

СТА

СОВРЕМЕННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
АВТОМАТИЗАЦИИ

WWW.STA.RU

КОСМОНАВТИКА

РАДИАЦИОННАЯ СТОЙКОСТЬ
ИСПЫТАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ
ТЕСТИРОВАНИЕ АППАРАТУРЫ

ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

Trusted Platform Services
Product Selection Guide Vol. 10

Оборудование для промышленной автоматизации и островных систем

ADVANTECH ProSOFT

Москва: (095) 254-0020 • www.advantech.ru • info@advantech.ru
Санкт-Петербург: (812) 525-1234 • info@advantech.ru
Киев: (044) 571-2000 • www.advantech.com.ua
E-mail: info@advantech.com.ua



Процессорные платы CompactPCI и VME с процессором Pentium M

CPC501

Для телекоммуникаций

- Формат CPCI, 6U, 4HP
- Процессор Intel Pentium M 1,6 ГГц
- ОЗУ до 1 Гбайт DDR ECC
- Видеосистема с разрешением QXGA
- 2×Gigabit Ethernet, 1×Fast Ethernet
- 5×USB, 4×COM
- Слот PMC

CPC502

Для контрольно-измерительных систем

- Формат CPCI, 3U, 4/8/12HP
- Процессор Intel Pentium M 1,6 ГГц
- ОЗУ 512 Мбайт DDR ECC
- Видеосистема с разрешением QXGA
- 2×Gigabit Ethernet
- 2×Serial ATA
- 4×USB, 4×COM
- Поддержка PXI 2.1

CPC600

Для специальных систем управления

- Формат VME 64X, 6U
- Процессор Pentium M до 2,0 ГГц
- ОЗУ до 2 Гбайт DDR ECC
- Видеосистема с разрешением QXGA
- 4×Gigabit Ethernet
- 2×Serial ATA
- 4×USB 2.0
- Слот PMC 64 бит

Диапазон рабочих температур: -40...+85°C (0...+70°C по запросу)

Удар: до 15g

Вибрация: до 2g



#449

Естественное взаимодействие между Человеком и Машиной



Сенсорные промышленные ПК

- Совместимость с Windows 2000/CE
- Диагональ дисплея от 5,7" до 15"
- Безвентиляторный дизайн
- Поддержка флэш-памяти
- Защита передней панели IP65
- Ультра-компактные и легкие
- Наличие сенсорного экрана

Промышленные панельные компьютеры

- Поддержка процессоров Intel Pentium 4/Celeron
- Диагональ дисплея 12" и 15"
- Два слота расширения PCI/ISA
- Степень защиты IP65 (передняя панель)
- Различные варианты монтажа
- Прочный корпус из нержавеющей стали и алюминия
- Наличие сенсорного экрана

Промышленные плоскпанельные мониторы

- Высокая контрастность и надежность
- Диагональ дисплея от 12" до 19"
- Интерфейсы: VGA, S-Video, DVI
- Сенсорные экраны различных типов
- Различные варианты монтажа
- Степень защиты: до IP65, стальные, алюминиевые передние панели
- Наличие сенсорного экрана

Промышленные рабочие станции

- Широкий набор вариантов по производительности
- Диагональ дисплея 10", 12" и 15"
- От 4 до 14 слотов расширения PCI/ISA
- Многофункциональная мембранная клавиатура
- Прочная металлическая лицевая панель (IP65)
- Наличие сенсорного экрана

ADVANTECH
eAutomation

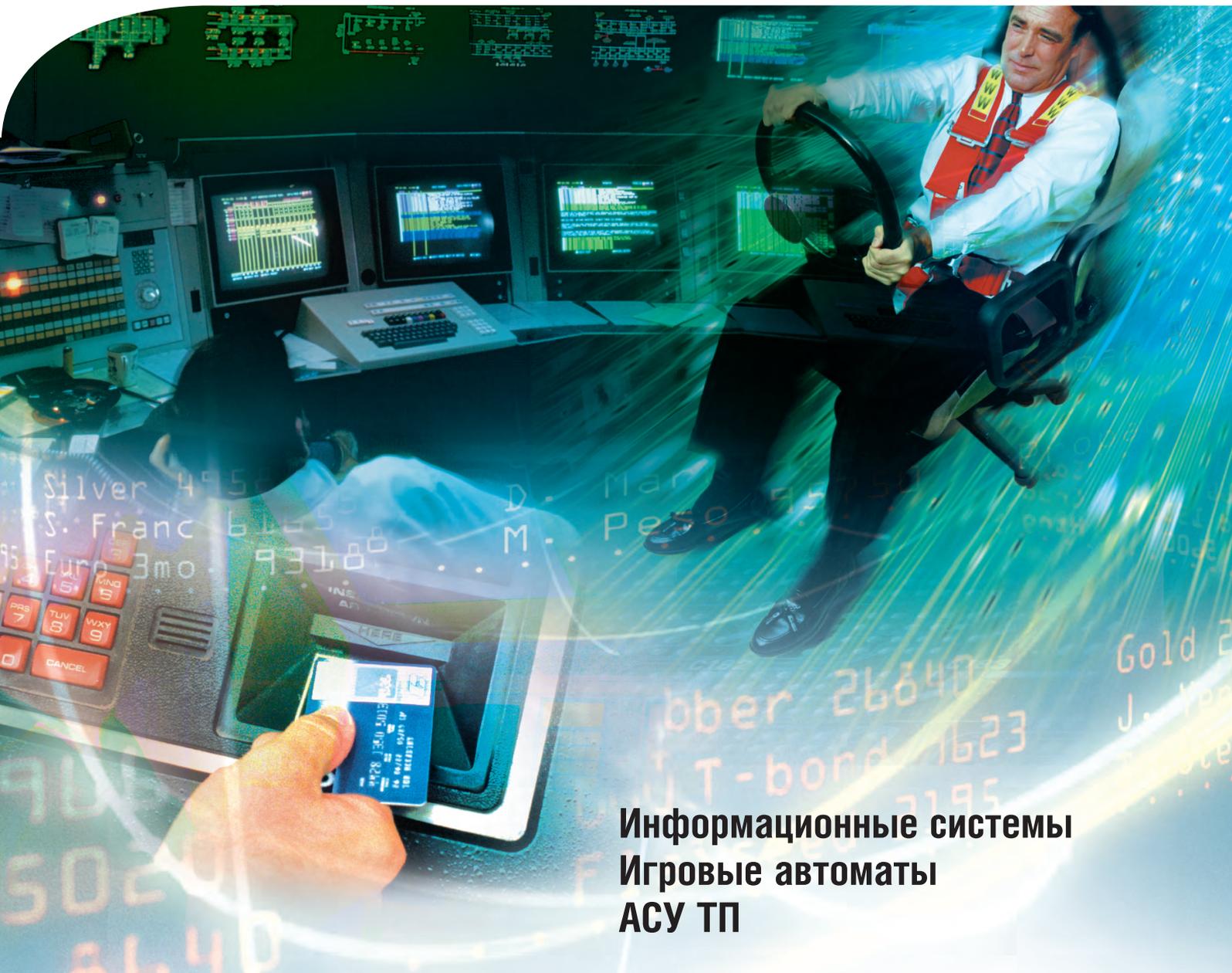


Закажите БЕСПЛАТНЫЙ каталог Advantech «Панельные компьютеры»
на сайте: www.advantech.ru
или по факсу: (095) 234-0640

ОДНОПЛАТНОЕ МУЛЬТИРЕШЕНИЕ

Your ePlatform Partner

ADVANTECH



Вычислительные платформы Advantech

Информационные системы Игровые автоматы АСУ ТП

- Предустановленный процессор
- Безвентиляторное исполнение
- Поддержка трёхмерной графики высокого разрешения
- Поддержка TV-out, S-video, Composite video
- Аудиоконтроллер AC'97 2.0
- Поддержка встраиваемых операционных систем

Готовые решения в стандартных форм-факторах



Система на модуле



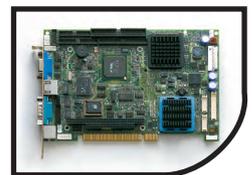
PC/104



Biscuit 3,5"



Biscuit 5,25"



ISA/PCI

PROSOFT®

info@prosoft.ru
www.prosoft.ru

Поддержка разработчиков и системных интеграторов:

- подбор оптимальной конфигурации
- бесплатные технические консультации
- адаптация к проекту

#102

Издательство «СТА-ПРЕСС»

Директор Константин Седов



Главный редактор Сергей Сорокин

Зам. главного редактора Леонора Турок

Редакционная коллегия Алексей Бармин, Михаил Бердичевский, Елена Гордеева, Виктор Жданкин, Константин Кругляк, Андрей Кузнецов, Александр Липницкий, Виктор Половинкин

Дизайн и вёрстка Станислав Богданов, Дмитрий Юсим, Константин Седов

Web-мастер Дмитрий Романчук

Служба рекламы Николай Кушниренко
E-mail: knv@cta.ru

Служба распространения Екатерина Козлова
E-mail: info@cta.ru

Почтовый адрес: 119313 Москва, а/я 26
Телефон: (095) 234-0635
Факс: (095) 232-1653
Web-сайт: www.cta.ru
E-mail: info@cta.ru
Приём рекламы: knv@cta.ru

Выходит 4 раза в год
Журнал издаётся с 1996 года
№ 3'2005 (36)
Тираж 15 000 экземпляров
Издание зарегистрировано в Комитете РФ по печати
Свидетельство о регистрации № 015020
Индексы по каталогу «Роспечати» – 72419, 81872
Индексы по объединённому каталогу «Пресса России» — 27861, 27862
ISSN 0206-975X
Цена договорная
Отпечатано в типографии «Алмаз-Пресс»

Перепечатка материалов допускается только с письменного разрешения редакции.
Ответственность за содержание рекламы несут компании-рекламодатели.
Материалы, переданные редакции, не рецензируются и не возвращаются.
Мнение редакции не обязательно совпадает с мнением авторов.
Все упомянутые в публикациях журнала наименования продукции и товарные знаки являются собственностью соответствующих владельцев.
© СТА-ПРЕСС, 2005

Фото на обложке — ИТАР-ТАСС



Уважаемые друзья!

Выходящий в преддверии открытия Международного авиационно-космического салона МАКС-2005, этот номер не мог не затронуть вопросы, связанные с практической космонавтикой. Представленные материалы отличаются большим разнообразием и посвящены таким проблемам, как обеспечение радиационной стойкости устройств, управление стендовыми испытаниями ракетных двигателей, тестирование аппаратуры бортового ретранслятора, построение системы электропитания космического аппарата. В дополнение к этому приведён обзор новых изделий фирмы Octagon Systems, среди которых заметное место занимают устройства, используемые в авионике, в космических и других специальных системах.

Фундаментальная статья об устойчивости гибридных DC/DC-преобразователей фирмы Interpoint к воздействию ионизирующих излучений связывает «Космонавтику» со второй главной темой номера — «Источниками электропитания».

В процессе подготовки номера эта тема неожиданно приобрела особую актуальность на фоне московского «конца света». Новейшие телекоммуникационные, компьютерные, информационные системы, использующие технологии 21 века, не говоря уже о традиционных коммунальных, транспортных, производственных системах, оказались бессильны перед фактом выхода из строя старого трансформатора 1959 года выпуска. Если Вы узнаете, что на смену споровшему планируется установить «почти новый» трансформатор, изготовленный в 1988 году, то, несомненно, Ваш живейший интерес вызовет статья о выборе источника бесперебойного питания. А представление о том, какими должны быть современные изделия силовой электроники и как они должны сочетать в себе мощь, интеллект и надёжность, можно получить из статьи про источники Nemic-Lambda.

Прошли времена Геракла, и решение канализационных проблем в рамках одного отдельно взятого объекта, каким были Авгиевы конюшни, ныне не считается подвигом. Правда, и методы сейчас не те: уже никто не позволит перегородить для этого реку и придумается пользоваться насосами. Обосновать эффективность применения частотно-регулируемого электропривода насосов поможет одна из статей.

В третьем номере по традиции сделана подборка материалов для программистов. Читатели смогут лишний раз насладиться суровой красотой ассемблера и снять накопившиеся вопросы по GENESIS32.

Всего Вам доброго!

С. Сорокин



**В этом номере Вы найдёте компакт-диск
компании Advantech**

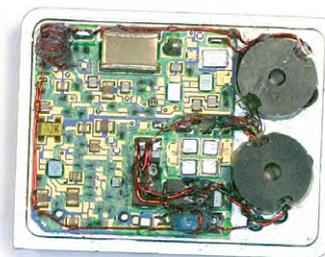
СОДЕРЖАНИЕ 3/2005

ОБЗОР/Аппаратные средства

6 Устойчивость гибридных DC/DC-преобразователей к воздействию ионизирующих излучений космического пространства

Виктор Жданкин

Важнейшую роль в обеспечении длительной и безотказной работы радиоэлектронной аппаратуры в космических условиях играет её устойчивость к воздействию комплексного ионизирующего излучения. Применение на борту космического аппарата электрорадиоизделий, не специфицированных как радиационно-стойкие, позволяет существенно снизить стоимость проекта, но требует проведения оценочных испытаний для подтверждения их устойчивости к воздействию ионизирующих излучений. В статье представлены методики и результаты таких испытаний, выполненных для гибридных DC/DC-преобразователей фирмы Interpoint (США). Материалы статьи содержат ответ на сохранившийся свою актуальность вопрос, каким образом можно получить гарантии устойчивости компонентов к воздействию радиации, поставленный на семинаре «Проблемы обеспечения изделий авиационной и ракетно-космической отрасли высококачественной элементной базой», который был организован Российским авиационно-космическим агентством в 2002 году.



стр. 6

28 Octagon Systems: достижение совершенства

Константин Кругляк

Вниманию разработчиков ответственных систем предлагается статья о новых серийных изделиях компании Octagon Systems. Продукция Octagon Systems широко известна на мировом рынке благодаря её широкому использованию в промышленной автоматизации, авионике, бортовых и специальных системах. Компания не останавливается на достигнутом и предлагает решения для задач 21 века.



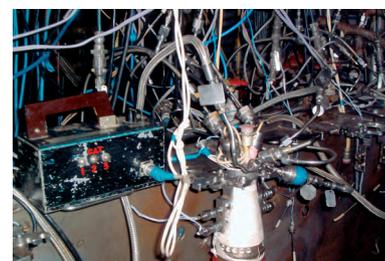
стр. 28

СИСТЕМНАЯ ИНТЕГРАЦИЯ/Космонавтика

38 Автоматизированная система управления стендовыми огневыми испытаниями ракетных двигателей малой тяги

Леонид Яинов, Виктор Кухаренко, Михаил Ткачук, Сергей Чуйков

В статье описывается создание автоматизированной системы управления стендовыми огневыми испытаниями ракетных двигателей малой тяги. Программно-технический комплекс системы реализован на базе изделий формата MicroPC и программного обеспечения «МАИС-2000». Описываемые решения позволяют повысить качество испытаний на основе применения высоконадёжных технических средств и увеличения точности измерения оценочных параметров. Система внедряется на испытательной базе НИИМаш (г. Нижняя Салда Свердловской области).



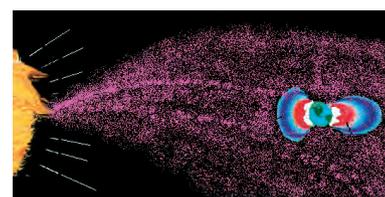
стр. 38

РАЗРАБОТКИ/Космонавтика

46 Устойчивость IBM PC совместимых контроллеров к радиационным сбоям на орбитах космических аппаратов

Олег Гобчанский, Николай Кузнецов

В статье обсуждается проблема возникновения сбоев в бортовых IBM PC совместимых контроллерах, обусловленная влиянием заряженных высокоэнергетических частиц (протонов, ядер и ионов химических элементов) космического пространства. Для некоторых орбит космического аппарата с использованием расчётной методики сделан прогноз частоты сбоев оперативной памяти процессорной платы 2133 фирмы Octagon Systems. Даны рекомендации по способам защиты центрального бортового компьютера от влияния последствий сбоев.



стр. 46

52 Комплекс тестирования цифровой аппаратуры бортового ретранслятора космического аппарата

Сергей Стругов

Описанный комплекс тестирования устройств бортового ретранслятора космического аппарата выполнен на модулях ADAM серии 4000. Разработка проведена на основе анализа организации управления и телеметрического контроля бортовой аппаратуры. Представлены основные принципы построения комплекса, приведены его технические характеристики и необходимые схемы. Показано, что реализованный в комплексе модульный подход позволяет сократить временные и финансовые затраты на требуемые проверки, а также обеспечивает простую и быструю перенастройку комплекса на другой тип тестируемой аппаратуры.



стр. 52

РАЗРАБОТКИ/Нефтегазовая промышленность

58 Комплекс телемеханики SuperRTU-4

Владимир Зенкин, Геннадий Петров, Владимир Рыбаков, Андрей Ермошин, Александр Голов, Сергей Голованов, Сергей Чекмарёв

Информационно-управляющий телемеханический комплекс SuperRTU-4 предназначен для обеспечения автоматического контроля и автоматизированного управления технологическими процессами и оборудованием линейной части магистральных газопроводов, коллекторов газовых промыслов и газораспределительных станций в условиях периодического технического обслуживания.



стр. 58

АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА/Источники питания

60 Программируемые низкопрофильные источники электропитания Nemic-Lambda: сочетание мощи и интеллекта

Виктор Жданкин

В статье представлены программируемые источники вторичного электропитания серии Genesys фирмы Nemic-Lambda (Израиль), характеризующиеся высокими энергетическими, габаритно-массовыми, точностными и надёжностными показателями. Изделия легко подключаются к интерфейсам последовательной связи и программируются дистанционно. Возможность подключения к универсальной интерфейсной шине GPIB позволяет легко интегрировать изделия в системы испытательного оборудования.



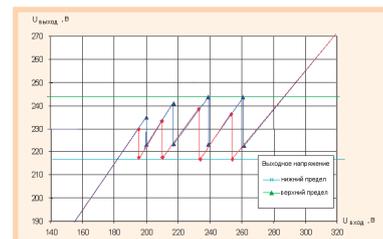
стр. 60

В ЗАПИСНУЮ КНИЖКУ ИНЖЕНЕРА

66 Оптимальный выбор ИБП

Дмитрий Тарасов

Цель статьи — помочь инженеру подобрать оптимальное решение для защиты оборудования в зависимости от его типа и решаемых задач. Приводится обзор устройств защиты оборудования от помех по электропитанию, а также даны рекомендации по выбору и конфигурированию источников.



стр. 66

74 Написание пользовательской DLL доступа к универсальному OPC-серверу Fastwel

Валерий Яковлев

Статья посвящена написанию пользовательской библиотеки (DLL) на ассемблере для универсального OPC-сервера Fastwel. Освещаются общие принципы программирования на ассемблере в Windows, даются рекомендации по выбору компилятора и интегрированной среды разработки (IDE), приводится рабочий пример написания тестовой DLL.

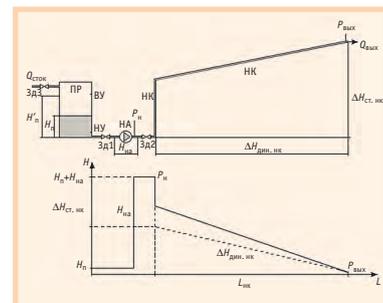


стр. 74

82 Эффективность применения частотно-регулируемого электропривода на канализационных насосных станциях

Александр Козлов

Целью данной статьи является попытка определения критериев для оценки эффективности применения частотного регулирования.



стр. 82

ВОПРОСЫ-ОТВЕТЫ

88 Работа со SCADA-системой GENESIS32. Часть 3

Анна Долгова

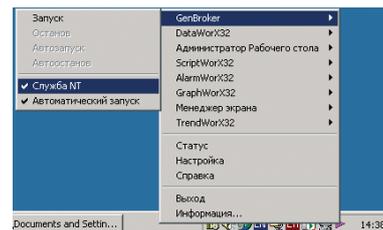
ВЫСТАВКИ, СЕМИНАРЫ, КОНФЕРЕНЦИИ

94 Здесь стоит побывать

Леонора Турок

98 Выставка ПТА: 5 лет вместе с вами и для вас

Галина Серёгина



стр. 88

ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ЗАЛ

103

БУДНИ СИСТЕМНОЙ ИНТЕГРАЦИИ

109

НОВОСТИ

81, 87



стр. 94



стр. 98



Виктор Жданкин

Устойчивость гибридных DC/DC-преобразователей к воздействию ионизирующих излучений космического пространства

Важнейшую роль в обеспечении длительной и безотказной работы радиоэлектронной аппаратуры в космических условиях играет её устойчивость к воздействию комплексного ионизирующего излучения. Применение на борту космического аппарата электрорадиоизделий, не специфицированных как радиационно-стойкие, позволяет существенно снизить стоимость проекта, но требует проведения оценочных испытаний для подтверждения их устойчивости к воздействию ионизирующих излучений. В статье представлены методики и результаты таких испытаний, выполненных для гибридных DC/DC-преобразователей фирмы Interpoint (США). Материалы статьи содержат ответ на сохранивший свою актуальность вопрос, каким образом можно получить гарантии устойчивости компонентов к воздействию радиации, поставленный на семинаре «Проблемы обеспечения изделий авиационной и ракетно-космической отрасли высококачественной элементной базой», который был организован Российским авиационно-космическим агентством в 2002 году.

Достижения современной микроэлектроники способствуют миниатюризации вычислительных и радиотехнических устройств. Главным потребителем плодов этих достижений были и остаются бортовые системы различных автономных объектов. Миниатюризация бортовой аппаратуры летательных и космических аппаратов, телеуправляемых подвижных роботов и манипуляторов, автоматических зондов и т.п., с одной стороны, создаёт условия для расширения круга решаемых задач и наращивания информационной пропускной способности, а с другой стороны, сопряжена с увеличением энергоёмкости автономных объектов и ростом требований к качеству питающей энергии [1].

Стремление увеличить необходимую мощность источников питания противоречит требованию уменьшения массы и объёма всего энергетического комплек-

са. Это противоречие можно разрешить только путём реализации двух процессов: повышения эффективности всех потребителей энергии и повышения эффективности всех преобразователей энергии.

Существенное уменьшение массы и объёма электрооборудования достигается за счёт новых технологий и новых принципов применения источников вторичного электропитания (ИВЭП), коммутационно-защитной аппаратуры, электроприводов и интегрально-гибридных конструкций силовых устройств. Постоянное напряжение в силовой сети становится весьма желательным условием реализации новых систем электрооборудования автономных объектов [2, 3].

В последние годы за рубежом выявлена динамика устойчивого развития ИВЭП как самостоятельных элементов для различных образцов радиоэлектронной аппаратуры (РЭА); аналогичные процессы

происходят и на отечественном рынке продукции общепромышленного и специального назначения [4]. Модульное направление развития ИВЭП становится особенно важным для создания систем электропитания военной и космической аппаратуры, так как унификация позволяет в короткие сроки создавать надёжную аппаратуру.

Усилия по повышению эффективности систем электропитания (снижение массы, объёма, потерь энергии, повышение надёжности) и обеспечению электромагнитной совместимости ИВЭП в РЭА привели разработчиков бортовой аппаратуры к переходу от централизованной стабилизированной шины электропитания (централизованный принцип построения системы электропитания) к шине нестабилизированного напряжения со стабилизацией и фильтрацией, которые осуществляются непосредствен-



Виктор Жданкин

Устойчивость гибридных DC/DC-преобразователей к воздействию ионизирующих излучений космического пространства

Важнейшую роль в обеспечении длительной и безотказной работы радиоэлектронной аппаратуры в космических условиях играет её устойчивость к воздействию комплексного ионизирующего излучения. Применение на борту космического аппарата электрорадиоизделий, не специфицированных как радиационно-стойкие, позволяет существенно снизить стоимость проекта, но требует проведения оценочных испытаний для подтверждения их устойчивости к воздействию ионизирующих излучений. В статье представлены методики и результаты таких испытаний, выполненных для гибридных DC/DC-преобразователей фирмы Interpoint (США). Материалы статьи содержат ответ на сохранивший свою актуальность вопрос, каким образом можно получить гарантии устойчивости компонентов к воздействию радиации, поставленный на семинаре «Проблемы обеспечения изделий авиационной и ракетно-космической отрасли высококачественной элементной базой», который был организован Российским авиационно-космическим агентством в 2002 году.

Достижения современной микроэлектроники способствуют миниатюризации вычислительных и радиотехнических устройств. Главным потребителем плодов этих достижений были и остаются бортовые системы различных автономных объектов. Миниатюризация бортовой аппаратуры летательных и космических аппаратов, телеуправляемых подвижных роботов и манипуляторов, автоматических зондов и т.п., с одной стороны, создаёт условия для расширения круга решаемых задач и наращивания информационной пропускной способности, а с другой стороны, сопряжена с увеличением энергоёмкости автономных объектов и ростом требований к качеству питающей энергии [1].

Стремление увеличить необходимую мощность источников питания противоречит требованию уменьшения массы и объёма всего энергетического комплек-

са. Это противоречие можно разрешить только путём реализации двух процессов: повышения эффективности всех потребителей энергии и повышения эффективности всех преобразователей энергии.

Существенное уменьшение массы и объёма электрооборудования достигается за счёт новых технологий и новых принципов применения источников вторичного электропитания (ИВЭП), коммутационно-защитной аппаратуры, электроприводов и интегрально-гибридных конструкций силовых устройств. Постоянное напряжение в силовой сети становится весьма желательным условием реализации новых систем электрооборудования автономных объектов [2, 3].

В последние годы за рубежом выявлена динамика устойчивого развития ИВЭП как самостоятельных элементов для различных образцов радиоэлектронной аппаратуры (РЭА); аналогичные процессы

происходят и на отечественном рынке продукции общепромышленного и специального назначения [4]. Модульное направление развития ИВЭП становится особенно важным для создания систем электропитания военной и космической аппаратуры, так как унификация позволяет в короткие сроки создавать надёжную аппаратуру.

Усилия по повышению эффективности систем электропитания (снижение массы, объёма, потерь энергии, повышение надёжности) и обеспечению электромагнитной совместимости ИВЭП в РЭА привели разработчиков бортовой аппаратуры к переходу от централизованной стабилизированной шины электропитания (централизованный принцип построения системы электропитания) к шине нестабилизированного напряжения со стабилизацией и фильтрацией, которые осуществляются непосредствен-

но в функциональном узле или на плате (децентрализованный, или распределённый принцип построения системы электропитания). Упрощённая структурная схема распределённой системы электропитания космического аппарата (КА) показана на рис. 1.

Солнечные батареи, выполненные обычно из кремниевых или арсенид-галлиевых элементов, собирают энергию, которая преобразуется в напряжение. Они соединены с аккумуляторными батареями и вместе с ними образуют источник первичного электропитания КА. Первичное напряжение может быть или преобразовано на уровне подсистемы электропитания в напряжения потребителя (± 5 В, ± 15 В и т. д.), доступные через общие шины, или распределено по нестабилизированной шине КА. Разная аппаратура КА либо непосредственно использует это нестабилизированное напряжение (полезная нагрузка 1), либо нуждается в его стабилизации, которая в современной аппаратуре обычно выполняется с помощью локальных DC/DC-преобразователей, формирующих из напряжения нестабилизированной шины КА напряжение требуемых номиналов для бортовых потребителей (полезная нагрузка 2, полезная нагрузка 3).

Как правило, локальные DC/DC-преобразователи являются устройствами, созданными по гибридной технологии и имеющими в своём составе мощные транзисторы MOSFET, а также разнообразные аналоговые (линейные) и цифровые электронные схемы, такие как ШИМ-контроллеры, диоды и др. Необходимо заметить, что номинальное напряжение промежуточной шины КА равно 27 или 28 В, но в системах с нестабилизированной шиной оно может изменяться в обе стороны на величины до 6...7 В. Следовательно, локальные DC/DC-преобразователи должны быть способны работать в соответствующем диапазоне напряжений, обеспечивая стабилизированные номиналы напряжения

для РЭА. Гибридные модули DC/DC-преобразователей характеризуются небольшими массогабаритными показателями по сравнению с аналогичными изделиями, выполненными на дискретных элементах.

Одной из важнейших характеристик качества модулей DC/DC-преобразователей, предназначенных для применения в составе аппаратуры КА, является радиационная стойкость, которая во многом определяет вероятность безотказной работы соответствующих бортовых систем и, как следствие, величину срока активного существования КА. Создание высокоэффективных надёжных структур радиационно-стойких изделий энергетической электроники является сложной задачей, требующей разработки методов и средств расчёта, моделирования и оптимизации схемотехнических решений, создания и эксплуатации контрольно-измерительного и испытательного оборудования для эффективной отбраковки потенциально дефектных электрорадиоизделий (ЭРИ), разработки методик и специальной аппаратуры для изучения последствий воздействия низкоинтенсивного ионизирующего излучения (пострадиационный эффект) и оценки радиационной стойкости изделий по результатам испытаний на источниках радиационных воздействий.

В настоящее время эти задачи успешно решены, и предлагаются радиационно-стойкие DC/DC-преобразователи и помехоподавляющие фильтры для применения в бортовой аппаратуре КА, орбиты которых характеризуются комплексным воздействием ионизирующего излучения космического пространства, а также в информационно-измерительных системах контроля радиационной обстановки, в рентгеновских и ядерно-магнитно-резонансных томографах, в промышленных роботах и т.п. [5]. Но такие изделия отличаются высокой стоимо-



стью и длительными сроками выполнения заказа. При этом очень немногие производители публикуют данные о радиационной стойкости своих изделий с анализом результатов соответствующих испытаний. А между тем именно эти данные позволили бы оптимизировать выбор требуемого изделия вплоть до применения в отдельных случаях «стандартных», или коммерческих, то есть не специфицированных как радиационно-стойкие и поэтому существенно более дешёвых модулей даже в условиях радиационного фона (далее в статье под обобщённым названием «коммерческие изделия» будем понимать широкий круг изделий различного, в том числе военного или промышленного, но не космического назначения).

Далее представлены результаты радиационных испытаний серийно выпускаемых модулей DC/DC-преобразователей компании Interpoint (США), выполненных по гибридной технологии [6, 7], а также приведены результаты испытаний их активных элементов. Кроме того, даны рекомендации для разработчиков систем электропитания и представлены данные о некоторых особенностях ионизирующего излучения космического пространства.

Некоторые аспекты проектирования модулей, устойчивых к воздействию радиации

Разработка модулей электропитания, устойчивых к радиационным воздействиям, требует применения специальных структур преобразователей и выбора ЭРИ с соответствующим образом оптимизированными параметрами.

Итак, первый шаг при разработке транзисторного преобразователя электроэнергии – выбор структуры преобразователя. Преобразователи, которые имеют прямой короткозамкнутый контур от низкоимпедансного источника входной электроэнергии на землю через силовые транзисторы MOSFET, всегда будут чувствительны к одиночным отка-



Рис. 1. Упрощённая структурная схема распределённой системы электропитания космического аппарата

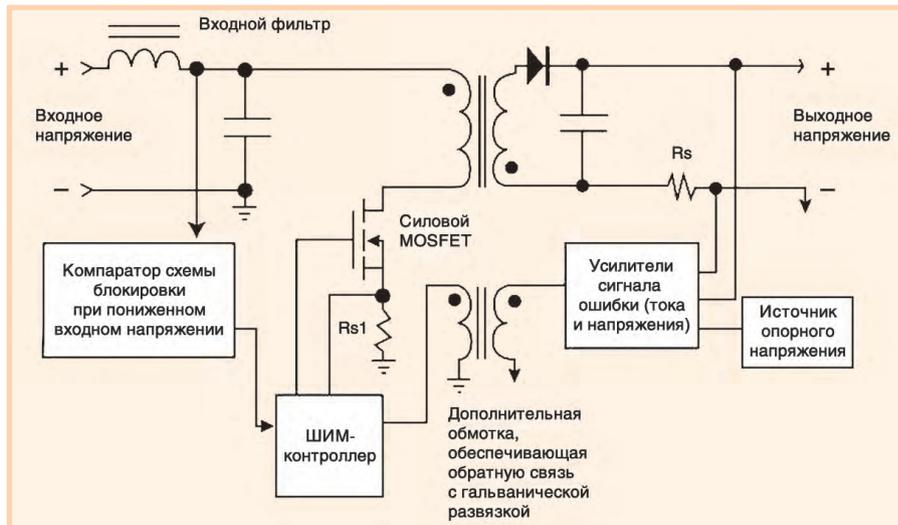
зам. К таким преобразователям относятся полумостовые, двухтактные мостовые преобразователи, двухтактные структуры с поочерёдной работой первичных полуобмоток трансформатора (структура типа push-pull). Напротив, все однотактные прямоходовые и обратногоходовые преобразователи напряжения являются допустимыми.

В цепи основного контура обратной связи по напряжению, служащего для стабилизации выходного напряжения, применение трансформаторной развязки является более предпочтительным по сравнению с оптоэлектронной развязкой. Однако в настоящее время производятся оптопары (компания Isolink), коэффициент передачи тока которых не изменяется при воздействии низкоинтенсивного ионизирующего излучения [8]. Кроме этого, необходимо заметить, что применение оптронных микросхем в цепи передачи аналогового сигнала обеспечивает лучшие массогабаритные характеристики источников электропитания, технологичность изготовления и хорошие динамические свойства.

Поскольку затронут вопрос выбора соответствующей элементной базы, отметим наиболее критичные компоненты: силовые транзисторы MOSFET, интегральные микросхемы ШИМ-контроллеров, предоконечные каскады для управления силовыми ключами, операционные усилители схемы сравнения, компаратор схемы блокировки при понижении входного напряжения ниже минимального значения и стабилитрон для формирования опорного напряжения. На рис. 2 приведена схема однотактного обратногоходового преобразователя, содержащая перечисленные компоненты.

В конструкции гибридного DC/DC-преобразователя можно реализовать компоновку подложки, приспособленную как для стандартного MOSFET, так и для его радиационно-стойкого аналога: кристалл радиационно-стойкого компонента незначительно больше, поэтому подложка, спроектированная для него, будет пригодна и для компонента обычного исполнения.

Что касается интегрального ШИМ-контроллера, то тут доступны несколько ИМС, которые имеют оптимальные показатели по радиационной стойкости. Вообще говоря, необходимо избегать применения ИМС, созданных по смешанной BiCMOS технологии, например UC1803. Такие компоненты восприимчивы как к поглощённой дозе излучения, так и к радиационным дефек-



Условные обозначения:

Rs — токоизмерительный резистор основного контура стабилизации выходного напряжения; Rs1 — токоизмерительный резистор контура регулирования дополнительной обратной связи по току дросселя.

Рис. 2. Схема однотактного обратногоходового преобразователя напряжения

там, вызванным воздействием единичных частиц. При производстве радиационно-стойких модулей DC/DC-преобразователей фирма Interpoint выполняет схемы управления (контроллеры) на дискретных компонентах. Основными компонентами ШИМ-контроллера и схемы обратной связи являются следующие:

- LM119 — компаратор (National Semiconductor),
- LM136 — источник опорного напряжения (National Semiconductor),
- MC34072 — усилитель операционный (Motorola),
- OLQ156 — оптоизолятор радиационно-стойкий (Isolink),
- IRFH110 — радиационно-стойкий транзистор MOSFET (International Rectifier — IR),
- TC4429 — предоконечный каскад для управления силовыми ключами (Microchip).

В условиях действия ионизирующих излучений критичными параметрами для операционного усилителя являются напряжение смещения нуля на выходе или входной ток смещения. Наличие смещения непосредственно влияет на стабилизацию выходного напряжения или регулировку преобразователя в режиме короткого замыкания. В тех случаях когда применяется резистор для измерения выходного тока (токоизмерительный резистор), схема может быть особенно чувствительной к изменениям напряжения смещения, обусловленным влиянием ионизирующих излучений; последствия этого непосредственно сказываются на значении порога включения преобразователя по величине входного напряже-

ния. Кроме того, изменения в стабилитроне источника опорного напряжения при радиационном воздействии напрямую влияют на стабилизацию выходного напряжения преобразователя, поэтому важно выбрать стойкий стабилитрон для источника опорного напряжения.

При выборе и оценке ЭРИ рекомендуется периодически пользоваться базами данных, поддерживаемыми NASA (<http://radhome.gsfc.nasa.gov/radhome/papers/TIDPart.html>) и Министерством обороны США, на предмет получения самой свежей информации о радиационной стойкости электронных компонентов разных производителей, так как эта информация часто меняется. Показатели накопленной дозы для различных ЭРИ, представленные в таблице по указанному адресу, получены при облучении изделий на γ -установке (^{60}Co) при интенсивностях (мощностях поглощенной дозы) 0,01-0,4 рад (Si)/с для различных проектов Goddard Space Flight Center (GSFC). Диапазон уровней поглощённых доз простирается от 2,5 до 100 крад (Si), в зависимости от требований проекта и ожидаемого значения поглощённой дозы для изделия.

Подходы фирмы Interpoint к обеспечению радиационной стойкости своих изделий

Наиболее популярными моделями DC/DC-преобразователей (конверторов) фирмы Interpoint являются устройства с выходной мощностью от 5 до 30 Вт, предназначенные для монтажа на плату. К ним относятся 5-ваттные преобразователи серии MSA, 15-ваттные преобразова-

тели серии MHF+ и 30-ваттные преобразователи серии MTR. Многие потребители испытывали эти конверторы и пришли к заключению, что некоторые экземпляры сохраняют работоспособность при поглощённой дозе излучения более 50 крад (Si) и невосприимчивы к единичным сбоям (SEU — см. врезку) при воздействии частиц с энергиями порядка 100 МэВ. Конверторы перечисленных серий используются в составе бортовой аппаратуры КА, несмотря на то что они специально не предназначены для применения в условиях комплексного воздействия ионизирующего излучения космического пространства.

Успешное применение модулей Interpoint в ряде космических программ привело к созданию в структуре фирмы нового подразделения, целью которого стали разработка и поставка изделий для удовлетворения потребностей космического сообщества. Первой продукцией подразделения были модификации уже существовавших к тому времени и хорошо себя зарекомендовавших модулей серий MSA и MHF+. Чтобы адаптировать для применений в космических условиях изделия, специально для этого не предназначенные, в них были внесены большие изменения. Эти изменения прежде всего коснулись оптоизоляторов фирмы Hamamatsu (P2824), которые были заменены оптоизоляторами фирмы Isolink (OLQ156). Дополнительные изменения заключались в применении транзисторов MOSFET (IRFH110, IRHC7110) серии Megarad фирмы International Rectifier и конденсаторов повышенной надёжности. Были проведены и другие усовершенствования, соответствующие требо-

ваниям по обеспечению запаса надёжности стандарта MIL-STD-975. Замена поставщика оптоизоляторов была сделана после обширных испытаний на радиационную стойкость [9, 10]. Изделия фирмы Isolink выбраны в качестве основных для радиационно-стойких преобразователей благодаря своей превосходной временной стабильности, устойчивости показателя коэффициента передачи тока и минимальной деградации при поглощённой дозе до 100 крад (Si).

Так появились новые серии SMSA и SMHF. Преобразователи этих серий имеют исполнения с радиационной стойкостью, характеризующейся допустимыми уровнями поглощённых доз излучения 50 или 100 крад. Кроме того, эти устройства были первыми изделиями, радиационная стойкость которых гарантируется в Извлечениях из военного стандарта (Standard Military Drawings — SMD). Компания Interpoint взаимодействовала с Центром по снабжению Министерства обороны США Columbus (DSCC), способствовала оформлению первых SMD с гарантиями радиационной стойкости и разработала систему, одобренную DSCC, для подтверждения радиационной стойкости этих разработок. Interpoint обеспечивает гарантированную радиационную стойкость своих изделий испытанием каждой партии критичных компонентов и отбором только тех из них, параметры которых по результатам радиационных испытаний соответствуют жёстким допускам. Эти проверенные допуски затем используются при анализе пострадиационных электрических характеристик преобразователей.

Воздействия проникающей радиации на примере устройств оптической изоляции

Все DC/DC-преобразователи фирмы Interpoint имеют гальванически изолированные между собой входные и выходные цепи. Аналоговая обратная связь основного контура стабилизации выходного напряжения необходима для передачи напряжения обратной связи с выхода через изолирующий барьер на вход или в первичную часть конвертора, а также для обработки изменений коэффициента заполнения импульсов управления и регулирования выходного напряжения при изменении входного напряжения и тока нагрузки. В одно- и двухканальных преобразователях серий MSA и MHF+ для гальванической развязки в цепи обратной связи применяются оптронные устройства. В некоторых преобразователях с повышенной выходной мощностью для обеспечения развязки в цепи обратной связи используются трансформаторы небольшой мощности.

На примере устройств оптической изоляции в цепи отрицательной обратной связи конверторов рассмотрим основные виды воздействий проникающей радиации, с которыми приходится сталкиваться в космических условиях.

Изделия для космических применений начали производиться в то время, когда основными проблемами, связанными с воздействием радиации, считались единичные сбои (SEU), электрический пробой затворов (SEGR) силовых транзисторов MOSFET и суммарная поглощённая доза излучения (Total Ionizing Dose — TID). Изделия поставлялись с соответствующими гарантиями устойчивости к

Краткая характеристика воздействий единичных событий

Single Event Effects (SEE) — обобщённое название приводимых далее видов воздействий единичных событий.

Single Event Upset (SEU) — изменение состояния или переходный процесс, вызванные воздействием на устройство частиц высокой энергии, таких как частицы космических лучей или протоны. Могут иметь место в цифровых, аналоговых и оптических компонентах или оказывать влияние на интерфейсные схемы (подмножество, известное как Single Event Transients — SET). Являются «мягкими» отклонениями, при которых повторное включение устройства или перезапись информации приводят к последующей нормальной работе устройства.

Single Hard Error (SHE) — это SEU, которое служит причиной долговременного изменения в работе устройства. Примером является «залипание» бита в устройстве памяти.

Single Event Latchup (SEL) — состояние, которое вызвано потерей функциональных возможностей устройства по при-

чине единичного события, инициирующего режим высокого тока. SEL может или не может вызвать долговременное повреждение устройства, но требует перезапуска электропитания устройства для возобновления нормального функционирования.

Single Event Burnout (SEB) — состояние, которое может вызвать выход устройства из строя по причине работы силового транзистора в режиме высокого тока.

Single Event Gate Rupture (SEGR) — состояние, которое вызывается единственным ионом в силовом транзисторе MOSFET и которое может иметь результатом образование токопроводящей дорожки в оксидной плёнке затвора.

Multiple Bit Upset (MBU) — результат воздействия единственной высокоэнергетичной частицы, такой как частица космических лучей или протон, которая во время своего прохождения сквозь устройство или систему вызывает многократные «некатастрофические» отказы (сбои) или неустойчивые состояния.

данным воздействиям, и испытания подтверждали эти гарантии с требуемым запасом прочности.

В 1995-1997 годах была выявлена иная радиационная угроза, обусловленная эффектами смещения атомов в узлах кристаллической решётки вследствие воздействия со стороны высокоэнергетичных протонов. В отличие от поглощённой дозы кумулятивное воздействие высокоэнергетичных протонов вызывает перманентное повреждение в структуре полупроводниковых материалов и «выбивание» электронов, что порождает ядерные соударения с каскадом последующих повреждений, вызывающих дополнительные соударения.

Влияние этих повреждений впервые было обнаружено в оптоэлектронных устройствах на борту спутника Торех/Poseidon, запущенного в 1992 году в рамках совместного американо-французского проекта. Орбита спутника имела следующие параметры: высота 1336 км, наклонение 66°. Проект был рассчитан на несколько лет, но уже спустя два года начались отказы в работе оптоизоляторов типа 4N49. Это было неожиданным для данных устройств, так как они были испытаны при уровнях радиации свыше 100 крад (Si) и показали лишь небольшую деградацию. Однако испытания проводились на воздействие низкоинтенсивного излучения, а наиболее вероятными причинами этих отказов явились повреждения из-за эффектов смещения, вызванных высокоэнергетичными протонами.

Подобные повреждения являются кумулятивными и обычно характеризуются показателями, измеряемыми в единицах потока частиц/протонов (частицы/см²). Реже они оцениваются через суммарную дозу; к этой оценке прибегают в тех случаях, когда делается ссылка на потерю энергии из-за ядерных соударений или потерю энергии, не связанной с ионизацией (Non-Ionizing Energy Loss – NIEL).

Результатом деградации оптоизолятора является уменьшение коэффициента передачи тока (Current Transfer Ratio – CTR). Наибольший ущерб получается в результате повреждения светодиода излучателя и в гораздо меньшей степени – при повреждении транзисторного детектора.

Важным фактором, определяющим степень деградации устройства под воздействием корпускулярного ионизирующего излучения протонов, является уровень энергии частиц. Энергия протонов измеряется в мегаэлектронвольтах

(МэВ). Как ни парадоксально, но высокоэнергетичные частицы наносят большие повреждения, если их энергия меньше: чем больше отклонение энергии протона в сторону меньших энергий (такое отклонение растёт из-за взаимодействия с заряженными частицами со средними энергиями), тем больше вероятность соударения – всё это справедливо для протонов с энергиями не менее 150 МэВ, при которых повреждение от соударения вызывает дополнительные каскадные повреждения. Что же касается низкоэнергетичных протонов, то они легко экранируются, и, вообще говоря, протоны с энергиями меньше 20 МэВ могут быть проигнорированы из-за местного экранирования металлическими конструкциями КА.

В начале 1997 года в лаборатории радиационных воздействий фирмы Boeing (Boeing Radiation Effects Laboratory – BREL) были проведены испытания значительного количества оптопар различных производителей воздействием корпускулярного ионизирующего излучения протонов. Поток частиц характеризовался значениями, которые достигали 6×10^{10} протон/см². В этих испытаниях принимали участие и оптоизоляторы фирмы Isolink, которые выдержали воздействие протонов с небольшими ухудшениями параметров. Фактически эти ухудшения были гораздо меньшими, чем у других аналогичных устройств, также задействованных в испытаниях.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СЕРИИ MHF+: РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ, ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ, НЕКОТОРЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И ПОЯСНЕНИЯ

История испытаний

В 1995-1997 годах было протестировано множество преобразователей серии MHF+ (рис. 3), и результаты этих испытаний во многом подтвердили ранее сделанные предположения. В частности, подтвердилось, что наиболее чувствительным к воздействию заряженных частиц компонентом, применяющимся в данных преобразователях, является оптоизолятор. Повреждения, вызываемые эффектами смещения атомов в узлах, приводят в результате к уменьшению коэффициента CTR. В конечном счёте, CTR становится настолько низким, что основной контур обратной связи уже не способен обеспечить стабилизацию выходного напряжения в номинальных

пределах. Начальный момент потери регулирования наступает внезапно и приводит к существенному увеличению значения выходного напряжения. При продолжительной экспозиции выходное напряжение будет сохранять повышенное значение во всех режимах. Маловероятным является то, что преобразователь откажет, но аппаратура, питаемая им, может быть повреждена в результате повышения напряжения.

Фирма Interpoint выпускает преобразователь MHF+ с тремя выходами питающих напряжений, который по своей конструкции и топологии сильно отличается от одно-/двухканальных преобразователей этой же серии. Так, трёхканальный преобразователь содержит два оптоизолятора Hamamatsu. На рис. 4 и 5 приведены функциональные схемы одноканального и трёхканального DC/DC-преобразователей серии MHF+. Три экземпляра трёхканального преобразователя были испытаны на циклотроне в Гарварде воздействием потока протонов с энергией 29,1 МэВ. Преобразователи отказали при потоках в диапазоне от $1,3$ до $4,2 \times 10^{10}$ протон/см², среднее значение потока составляло $2,3 \times 10^{10}$ протон/см². Затем эти преобразователи были возвращены в фирму Interpoint, и на них установили оптоизоляторы Isolink. Изделия были вновь подвергнуты испытаниям, и отказы в их работе наблюдались уже при потоках от $3,5$ до $5,83 \times 10^{10}$ протон/см², среднее значение потока составляло $4,84 \times 10^{10}$ протон/см². Таким образом, благодаря оптоизоляторам фирмы Isolink было достигнуто значительное улучшение показателей радиационной стойкости.

Существующие различия в схемотехнике трёхканальных и одно-/двухканальных моделей DC/DC-преобразователей серии MHF+ приводят к тому, что одно-/двухканальные модели способны функционировать при более плотных потоках частиц. Это объясняется, в первую очередь, тем, что в одно-/двухканальных моделях оптоизоляторы функционируют при больших токах и поэтому имеют на 10% больший запас по деградации CTR.

Специалистами NASA/GSFC (Godard Space Flight Center) в Медицинском центре университета Loma Linda были подвергнуты дополнительным испытаниям шесть одноканальных и двухканальных преобразователей серии MHF+. Среднее значение потока протонов, при котором наблюдались отказы в работе, составило $5,2 \times 10^{10}$ протон/см². В этих преобразователях применялись оптопары фирмы Hamamatsu (P2824), которые,

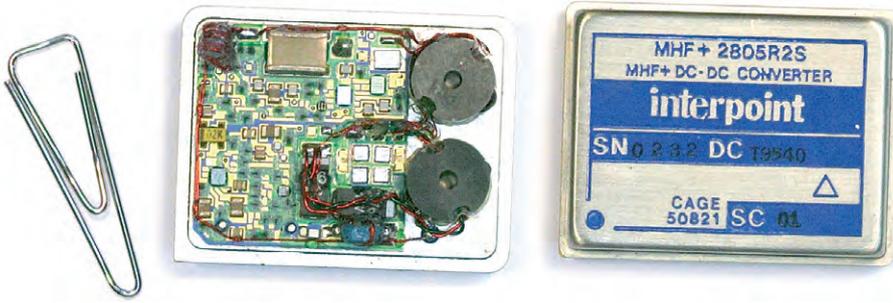


Рис. 3. Внешний вид конструкции интегрально-гибридного DC/DC-преобразователя серии MHF+ (представлен вариант исполнения без крепёжных фланцев, крышка снята для проведения испытаний)

в свою очередь, были подвергнуты отдельным испытаниям и показали существенное уменьшение значения коэффициента CTR при потоке $5,5 \times 10^{10}$ протонов/см². Сопоставление результатов, отдельно полученных для оптопар и для изделий в целом, подтверждает гипотезу об оптопаре как самом чувствительном к воздействию ионизирующего излучения компоненте [9, 10], а сравнение средних значений критических потоков для трёхканальных и одно-/двухканальных модулей свидетельствует в пользу большей стойкости именно одно-/двухканальных преобразователей.

Необходимо отметить, что DC/DC-преобразователи серии MHF+ были первыми интегрально-гибридными преобразователями, разработанными в соответствии с требованиями стандарта MIL-STD-883 к устройствам Class H (для военных применений). В 1992 году преобразователи серии MHF+ стали вторыми интегрально-гибридными DC/DC-преобразователями, каталогизированными в SMD под контролем Центра по снабжению электронной техникой Министерства обороны США (Defense Electronics Supply Center –

DESC, ныне DSCC, <http://www.dscclia.mil/Downloads/MilSpec/Smd/92144.pdf>). А в 1997 году фирма Interpoint стала сертифицированным производителем интегрально-гибридных изделий Class K (для космических применений).

Некоторые рекомендации и пример применения

Приведённые результаты испытаний подтверждают, что отказы в работе одно-/двухканальных преобразователей серии MHF+ наступают при потоках свыше 5×10^{10} протонов/см². Такой уровень радиационной стойкости отвечает требованиям многих, если не большинства, космических экспедиций. Именно это значение потока надо использовать при расчётах требуемых защит от воздействия ионизирующих излучений для конкретных условий на орбитальном участке полёта.

Ожидаемый поток протонов может варьироваться в широких пределах и зависит от высоты орбиты, её наклона и степени защиты. Например, спутники на геостационарных орбитах практически не имеют проблем по части по-

глощённых доз протонного излучения, но потоки электронов здесь могут достигать больших величин.

Необходимо принимать во внимание всю совокупность условий эксплуатации в космическом пространстве, чтобы оценить, какие риски существуют для применяемых преобразователей, выполненных по гибридной технологии. Лучшей иллюстрацией этих слов может быть описываемый далее пример применения преобразователей MHF+.

Выявленный эффект повреждения кристаллической решётки высокоэнергетичными протонами вызвал сомнения в возможности применения DC/DC-преобразователей серии MHF+ в проекте CASSINI/CIRES. Данный проект – это экспедиция к Сатурну общей продолжительностью 11 лет, из которых 7 лет предстояло провести в пути и четыре года – на орбите Сатурна. А сомнения были связаны с возможной сильной деградацией оптоизоляторов фирмы Hamamatsu, входящих в состав каждого модуля DC/DC-преобразователя. После многочисленных исследований экспедиция стартовала в октябре 1997 года с преобразователями MHF+, содержащими оптоустройства Hamamatsu. Как было установлено, их деградация под воздействием ионизирующего излучения протонов, поток которых оценивался как $0,5 \times 10^{10}$ протонов/см², не представляет угрозы для экспедиции. Показательно, что главная опасность для этой 11-летней экспедиции была заключена в потоке нейтронов от 33 кг плутония, использующегося на борту в системе подогрева. Источник ионизирующего излучения (ядерный реактор) воздействует на преобразователи постоянным потоком $6,9 \times 10^{10}$ нейтрон/см². В конечном счёте был сделан вывод о не-

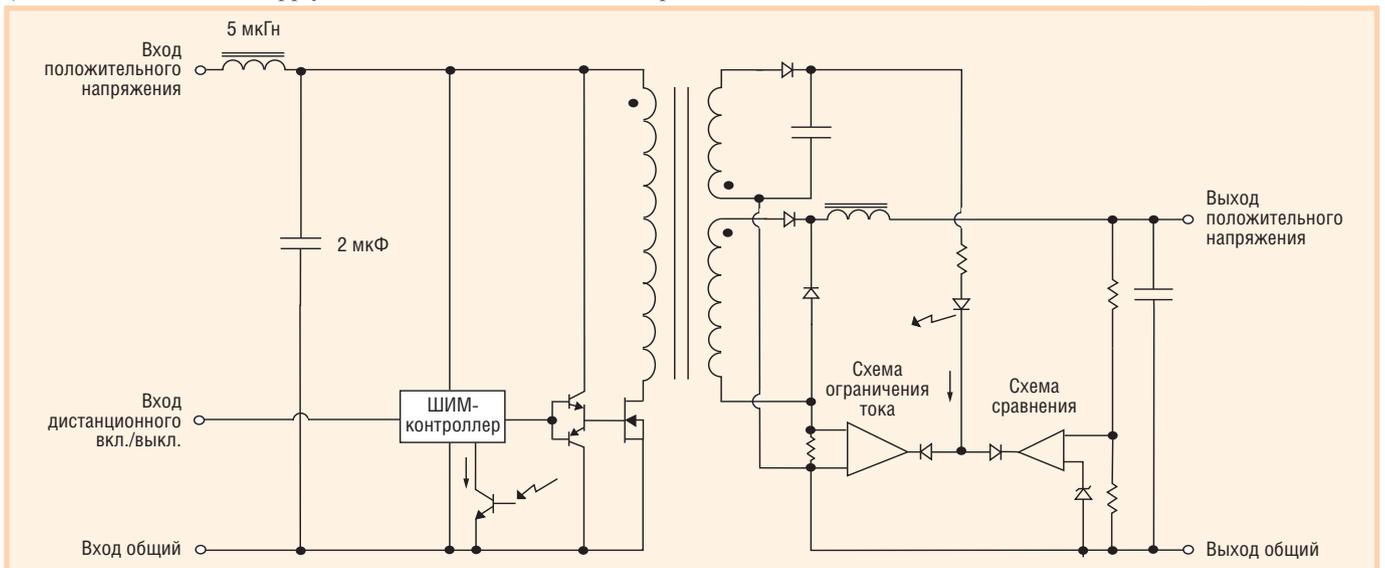


Рис. 4. Функциональная схема одноканального DC/DC-преобразователя серии MHF+, созданного на основе однотактной обратноточковой структуры

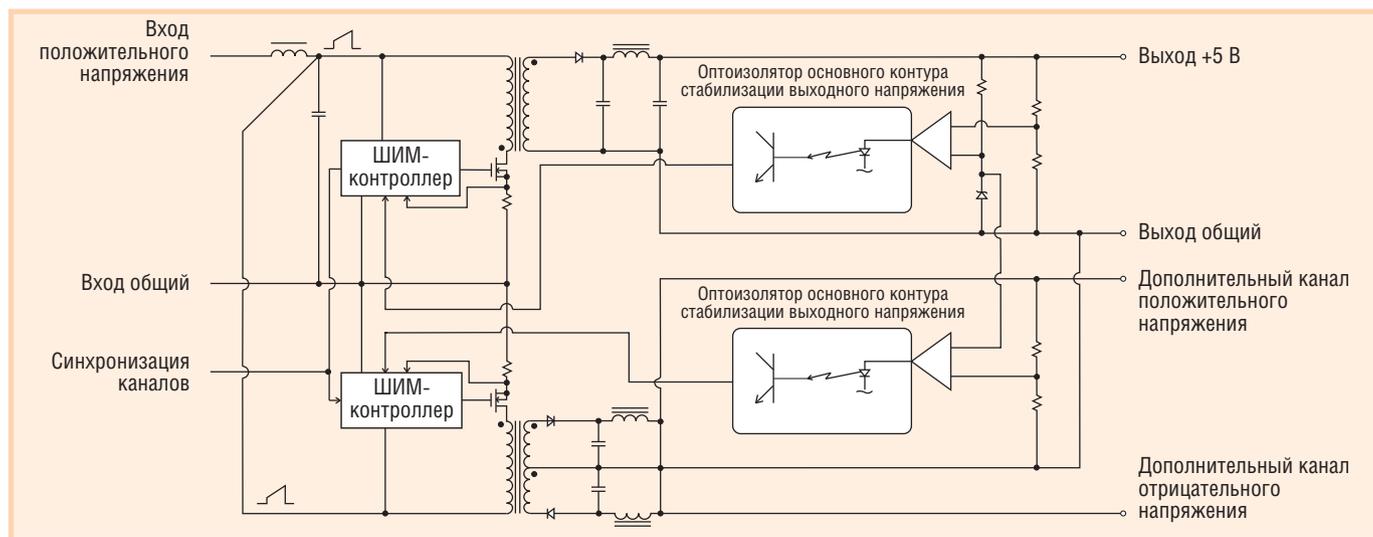


Рис. 5. Функциональная схема трёхканального DC/DC-преобразователя, выполненного с применением метода дуальной фазы/сдвига фазы (Dual-Phase/Phase-Shifted — DPPS), обеспечивающего снижение требований к минимальной нагрузке основного канала, ослабление взаимных влияний между основным и дополнительными выходными каналами, а также уменьшение пульсации во входных и выходных цепях; для прямого регулирования амплитуды тока дросселя посредством сигнала ошибки используется дополнительный контур регулирования (дополнительная обратная связь по току дросселя — ДОСТД)

обходимости иметь в данных условиях коэффициент запаса, равный 1,5 (или 50%), чтобы обеспечить приемлемую вероятность безотказной работы при совместном радиационном воздействии потоков протонов и нейтронов.

Отдельные пояснения

1. Приемлемую вероятность безотказной работы при радиационном воздействии в условиях применения DC/DC-преобразователей серии MHF+ в составе бортовой аппаратуры КА в общем случае обеспечивает коэффициент запаса величиной до 3.
2. Для того чтобы добиться значительного проникновения частиц, рекомендуется при испытаниях применять вместо источника γ -излучения изотопа ^{60}Co источник протонов более высоких энергий (от 30 МэВ и выше). Позиция Interpoint по данному вопросу такова: в большинстве случаев испытание на предельную накопленную дозу (ПНД) облучением от источника γ -излучения изотопа ^{60}Co рекомендуется производить с низкой интенсивностью и при открытом корпусе модуля, а при определённом наборе ожидаемых условий эксплуатации преобразователя (такие условия приводятся и описываются далее) дополнительно должны быть проведены испытания с облучением от источника ионизирующего излучения высокой энергии, так как воздействия на электронные компоненты ионизирующих излучений этих двух источников различны.

3. Данное пояснение относится к предостережению о вызываемых протонами неустановившихся токах в оптопарах, используемых в качестве изоляторов дискретных сигналов. В результате таких воздействий появляются ложные сигналы, которые могут привести к сбоям в цифровой аппаратуре. Это предостережение уже фактически неприменимо к ныне используемому в преобразователях Interpoint оптопарам. Подобные скоротечные воздействия игнорируются в основном контуре аналоговой обратной связи.
4. Как было отмечено ранее, из-за различий в топологии и конструкции трёхканальные и одно-/двухканальные модули DC/DC-преобразователей серии MHF+ показывают разный уровень радиационной стойкости [11]. Поэтому более предпочтительным является применение в составе бортовой аппаратуры КА одно-/двухканальных преобразователей серии MHF+.

Обеспечение радиационной стойкости

Немало сомнений относительно использования ЭРИ индустриального назначения, для которых параметры радиационной стойкости не регламентированы, породил отчёт NASA/GSFC [12] о возможных отказах этих устройств при работе в космических условиях, вышедший по следам уже описанного отказа на борту Torex/Poseidon в 1994 году. Однако эти сомнения оказались беспочвенными

в свете современных требований к условиям космического полёта и полученных результатов испытаний.

Предел, при котором наступает отказ в работе преобразователей, установлен благодаря многочисленным испытаниям, проведённым в разных местах. Восприимчивые к радиации компоненты выявлены. Испытания на разрушение потоком протонов проводятся при значительно более мощных радиационных воздействиях, чем те, которым подвергается большинство космических аппаратов во время экспедиции. Кроме того, защита, обеспечиваемая стальным корпусом преобразователя и конструкциями КА, увеличивает запас прочности, особенно в отношении низкоэнергетичных частиц. Все перечисленные факторы создают условия для обеспечения требуемой для космических применений радиационной стойкости преобразователей Interpoint.

Учитывая, что оптоизоляторы являются наиболее чувствительными к воздействию заряженных частиц компонентами преобразователей, Interpoint тесно сотрудничает с фирмой Isolink в целях использования в своих изделиях оптоизоляторов новых поколений с более высоким уровнем радиационной стойкости, которые были разработаны для военных применений, характеризующихся корпускулярными ионизирующими излучениями. Эти новые устройства Isolink гарантируют уменьшение коэффициента передачи тока не более чем на 50% после воздействия потока 1×10^{12} протонов/см².

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ РАДИАЦИОННОЙ СТОЙКОСТИ НЕКОТОРЫХ ПОПУЛЯРНЫХ DC/DC-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Представленная далее информация была подготовлена исключительно с целью использования в качестве руководства для сотрудников центра GSFC, но в настоящее время бесплатно предоставляется как справочный материал другим государственным организациям и подрядчикам, задействованным в космических программах. При использовании этой информации необходимо учитывать следующее:

- информация изначально готовилась только для ознакомления в общих чертах с полученными результатами, и в неё в любое время могут быть внесены изменения и уточнения;
- информация была получена в уникальных условиях лабораторий GSFC, которые могут в значительной степени отличаться от конкретных внешних условий;
- GSFC не гарантирует точность информации в случаях применения изделий в условиях, отличных от уникальных условий лаборатории GSFC;
- приведённые данные не должны быть истолкованы в качестве пред-

ставленных центром GSFC или производителем эксплуатационных характеристик конкретных изделий.

Оценка радиационной стойкости 15-ваттного трёхканального DC/DC-преобразователя МТО2815Т/ЕС

Оценка радиационной стойкости была проведена для определения ПНД конвертеров МТО2815Т/ЕС, которые применялись в проекте SMEX. Краткая итоговая сводка результатов испытаний представлена далее. Более подробную информацию можно найти в [13].

Значение накопленной дозы определялось по результатам облучения на γ -установке, в которой в качестве источника ионизирующего излучения использовался радиоактивный изотоп ^{60}Co . Облучению подверглись восемь изделий при постоянно включённом входном напряжении и нагрузках (ток нагрузки основного канала 1 А, ток нагрузки дополнительных каналов $\pm 15 \text{ В}/\pm 0,083 \text{ А}$), а два преобразователя использовались в качестве контрольных образцов. Облучение проводилось в несколько этапов с разными значениями накопленной дозы: 5, 10, 15, 20, 30, 50, 75 и 100 крад. После накопле-

ния в кремнии компонентов дозы 100 крад изделия подвергались отжигу при 25°C в течение 24 и 168 часов, а затем облучение было продолжено до значений совокупной накопленной дозы 200 и 300 крад. Интенсивность облучения составляла от 0,1 до 5 крад/ч в зависимости от уровня накопленной дозы. После каждого облучения и последующего отжига проверялись электрические параметры в соответствии с условиями испытаний и предельными значениями технических характеристик.

Все восемь образцов полностью прошли испытания до накопленной дозы 50 крад. После 75 крад два образца не прошли контроль по входному току, который достиг значений 34,8 и 30,7 мА против максимального нормированного предельного значения 30 мА. Тем не менее все образцы были подвергнуты дальнейшим испытаниям. После накопленной дозы облучения 100 крад все образцы не прошли контроль по входному току с диапазоном снятых показаний от 37 до 79 мА. Некоторое восстановление наблюдалось после отжига в течение 24 и 168 часов, но у всех образцов сохранялся эффект ухудшения показателей входного тока при прохождении остальных испытаний. После накопленной дозы

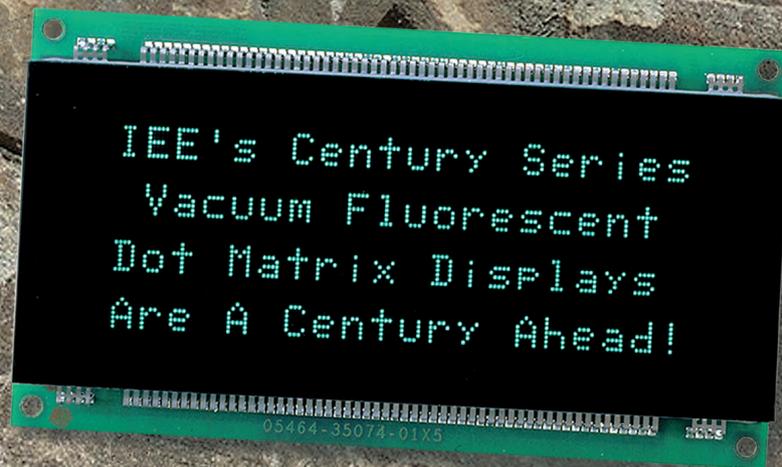
АЛФАВИТНО-ЦИФРОВЫЕ ДИСПЛЕИ ФИРМЫ IEE

Поддержка
кириллицы

Встроенные
контроллеры
с последовательным
и параллельным
интерфейсом

Символы высотой
5, 9 и 11 мм

Температурный
диапазон
-40...+85°C



#363



INNOVATIVE
DISPLAY
TECHNOLOGIES

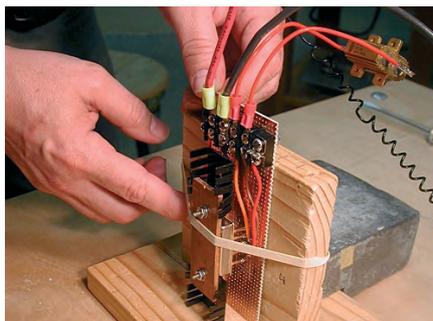
Официальный дистрибьютор продукции IEE — компания ПРОСОФТ
(095) 234-0636 ● www.prosoft.ru ● info@prosoft.ru

200 крад наблюдалось дальнейшее увеличение значения входного тока. После 300 крад три образца перестали функционировать; в оставшихся пяти работающих образцах хоть и наблюдалось общее понижение входного тока, но некоторые образцы не прошли испытания из-за недопустимых пульсаций выходного напряжения.

Оценка радиационной стойкости 65-ваттных DC/DC-преобразователей серии MFL

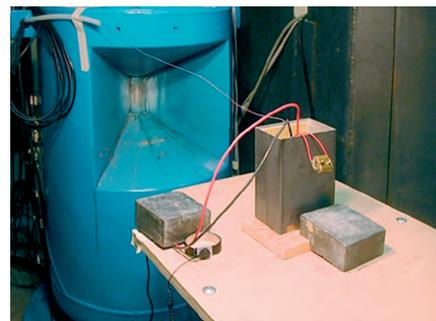
Оценка радиационной стойкости была проведена для определения ПНД преобразователей MFL2805S, MFL2812S, MFL2815S, которые применялись в проекте HST/PCP (Hubble Space Telescope). Подробные результаты испытаний приведены для каждого типа изделий в ряде отчётов [14, 15]. Далее представлены результаты испытаний модели MFL2812S.

Значение накопленной дозы определялось по результатам облучения на γ -установке, в которой в качестве источника ионизирующего излучения использовался радиоактивный изотоп ^{60}Co . Облучению подверглись три образца при постоянно включённом входном напряжении



Установка DC/DC-преобразователя с подключённой нагрузкой для испытания воздействием низкоинтенсивного излучения (позже пассивная нагрузка была заменена на электронную для обеспечения непрерывного мониторинга выходного канала)

28 В и токе нагрузки 0,48 А, а один образец использовался в качестве контрольного. Облучение проводилось в несколько этапов с разными значениями накопленной дозы в кремнии полупроводниковых компонентов: 2,5, 5, 10, 15, 20, 30 и 50 крад. Интенсивность облучения составляла от 0,04 до 0,29 крад/ч в зависимости от уровня накопленной дозы. После накопления дозы 50 крад образцы были подвергнуты отжигу при 25°C в течение 168 часов. На каждом этапе облуче-



Одноканальный DC/DC-преобразователь, установленный перед облучателем ^{60}Co (преобразователь размещён внутри свинцово-алюминиевого кожуха, обеспечивающего мощность дозы 10 крад (Si)/ч; входное напряжение и ток непрерывно регистрируются компьютером)

ния проверялись электрические параметры в соответствии с условиями испытаний и предельными значениями технических характеристик.

Все образцы были подвергнуты первичным электрическим измерениям и не имели замечаний; без потерь прошли испытания до уровня накопленной дозы 20 крад. При уровне накопленной дозы 30 крад у двух образцов отмечалось небольшое превышение (до 12,15 В) предельного значения выходного напряже-



CRANE
AEROSPACE &
ELECTRONICS



interpoint
A CRANE CO. COMPANY

Энергия космоса!



Радиационно-стойкие DC/CD-преобразователи Interpoint

#131

- Многообразие вариантов конструктивного исполнения, в том числе возможность монтажа на поверхность (SMD)
- Входные напряжения: 16...40 В и 160...400 В постоянного тока
- Рабочий диапазон температур от -55 до +125°C
- Выходные напряжения: 2,2; 3,3; 5; 12; 15; ±5; ±12; ±15; 28 В
- Высокая радиационная стойкость
- Выходной контроль по MIL-STD-883 и MIL-PRF-38534
- Удельная мощность свыше 5000 Вт/дм³
- Выходная мощность от 1 до 200 Вт



ProSoft[®]
info@prosoft.ru • www.prosoft.ru

ния при полной нагрузке. Остальные облучённые образцы успешно прошли электрические измерения. При уровне накопленной дозы 50 крад у тех же двух образцов, что и при дозе 30 крад, снова было зафиксировано превышение (12,13 и 12,14 В) предельного значения выходного напряжения при полной нагрузке; электрические измерения проводились после отжига образцов при 25°C в течение 168 часов.

Необходимо заметить, что при испытании преобразователей MFL2815S и MFL2805S, которые проводились по методике, аналогичной описанной для MFL2812S, при уровне накопленной дозы 50 крад электрические измерения успешно прошли все образцы.

DC/DC-преобразователи серии MFL (MFL2815D, MFL2815S, MFL2812S и MFL2805S), наряду с другими гибридными изделиями силовой электроники, испытывались на предмет определения пороговых значений линейной передачи энергии (Linear Energy Transfer – LET, или ЛПЭ) корпускулярного ионизирующего излучения для SEU и для единичных воздействий, вызывающих повреждения и обусловленных тяжёлыми ионами, таких как SEL или SEGR. В процессе подобных испытаний определяются и некоторые другие характеристики, но особое внимание уделяется именно LET, так как этот параметр характеризует энергию, которая передаётся некоторой массе, или удельную потерю энергии (измеряется в единицах МэВ×см²/мг). Заметим, что набор детекторов удельных потерь энергии dE/dx используется в спектрометрах, определяющих распределение тяжёлых заряженных частиц по виду, иначе называемых $(dE/dx)E$ -спектрометры. Пороговое значение линейной передачи энергии для SEU определяется как минимальное значение LET, вызывающее эффект SEU при потоке 1×10^6 частиц/см². Пороговые значения линейной передачи энергии для SEL и SEGR определяются как максимальные значения LET, при которых не возникают соответствующие состояния при потоке 1×10^6 частиц/см² [12].

Испытания проводились для оценки радиационной стойкости гибридных изделий в условиях воздействия ионизирующих излучений космического пространства, ожидаемых в проектах Composite Infrared Spectrometer и Hubble Space Telescope. Изделия испытывались на установке Single Event Upset Test Facility (SEUTF) лаборатории Brookhaven National Laboratories (BNL). Эта установка использует спаренный составной ускоритель Ван-де-Граафа, который позволяет ускорять тяжёлые частицы (ионы) до энергий, требуемых для осуществления испытаний на SEU. Испытываемые изделия устанавливались на плите внутри вакуумной камеры. Установка SEUTF использует контрольное устройство, управляемое компьютером, и управляющую программу, обеспечивающую удобный для пользователя интерфейс. В испытаниях применялись ионы, представленные в табл. 1.

Методика испытаний

Процедура испытаний была схожей для всех испытываемых изделий.

Испытания были динамическими по своему характеру, а это означает, что все устройства функционировали во время проведения испытаний в тех режимах, в которых они должны были функционировать на борту КА. Устройства были подключены к напряжению 28 В с допустимыми отклонениями до $\pm(6...7)$ В. Выходные каналы постоянно контролировались измерительным устройством Omnilab на базе ПК и другими устройствами испытательной системы, связанными шиной VXI. Все отклонения регистрировались до тех пор, пока или поток не достигал заданного значения, или не возникали условия для разрушения изделия. При угрозе разрушения изделия отключалось питание, обрывался пучок ионов на устройство и испытание заканчивалось преждевременно. Непредвиденные ситуации, зарегистрированные в процессе испытаний, дополнительно анализировались с привлечением, если это было возможно, данных о выходных и управляющих сигналах.

Таблица 1

Ионы, применяемые на установке BNL

Ион	Атомный номер	Энергия, МэВ	LET (удельная потеря энергии), МэВ×см ² /мг
C	12	97	1,46
F	19	136	3,45
Cl	35	208	11,8
Ni	58	262	26,6
I	127	305	59,6
Au	197	329	81,2

Для обеспечения приемлемого компромисса между стоимостью испытаний и их статистической достоверностью в испытаниях было задействовано от двух до трёх образцов устройств каждого типа.

Все образцы испытывались при номинальной температуре +25°C, обусловленной ограничением испытательной установки.

Условия испытаний

Необходимо отметить, что из-за сжатий диаметра пучка ионов на установке BNL и общих габаритов испытываемых гибридных устройств верхняя (ближайшая к выводу 1) и нижняя части каждого из изделий облучались отдельно. Так как компоновки устройств были неизвестны, проводимые испытания на устойчивость к воздействию единичных событий (Single Event Effects – SEE) были подобны реализации метода «чёрного ящика». Только в случаях, когда имели место аномальные (влияющие на функциональность устройства) результаты, производился ограниченный послеиспытательный анализ, выясняющий состояние отдельных компонентов внутри интегрально-гибридных конструкций и их влияние на полученные результаты.

Индивидуальные нагрузки для испытываемых устройств выбирались на основе требований GSFC, особенностей используемого испытательного оборудования и температурных параметров гибридных сборок.

Процесс испытания на SEE

Во время облучения испытываемый образец работал синхронно с эталонным. Параллельно с этим осуществлялся контроль с целью выявления отклонений четырёх возможных типов:

- продолжающиеся более 1 мкс устойчивые состояния и отклонения, которые проявлялись в расхождениях выходных характеристик эталона и испытываемого образца;
- продолжающиеся менее 1 мкс отклонения в виде выбросов или переходных процессов, которые проявлялись в расхождениях выходных характеристик эталона и испытываемого образца;
- разрушительные отклонения, вызванные протеканием большого тока (SEL и SEGR);
- функциональные сбои (описываются в заключительных разделах статьи).

Результаты испытаний

Данные, приведённые в табл. 2, резюмируют результаты испытаний для каж-

Таблица 2

Краткая сводка результатов испытаний DC/DC-преобразователей серии MFL

Испытываемый образец	Отклонения типа устойчивый сбой или выброс	Разрушительные отклонения	Другие условия
MFL2815D	Произошёл особый случай отклонения типа устойчивый сбой (при значении LET 45...59,7 МэВ×см ² /мг), потребовавший повторного включения питания	Отсутствовали вплоть до максимального значения LET 72 МэВ×см ² /мг (34 В вход)	Не наблюдались
MFL2815S	Отсутствовали	Отсутствовали вплоть до максимального значения LET 72 МэВ×см ² /мг (34 В вход)	Не наблюдались
MFL2812S	Только выброс (при значении LET 50 МэВ×см ² /мг)	Отсутствовали вплоть до максимального значения LET 72 МэВ×см ² /мг (34 В вход)	Не наблюдались
MFL2805S	Отсутствовали	Отсутствовали вплоть до максимального значения LET 72 МэВ×см ² /мг (34 В вход)	Не наблюдались

ного устройства серии MFL. Прокомментируем результаты, полученные для моделей MFL2815D и MFL2812S.

MFL2815D: особое состояние установившегося отклонения наблюдалось, когда выходное напряжение устройства упало ниже номинального значения 15 В до устойчивого состояния 14 В. Для выхода из этого состояния и возврата к нормальному функционированию потребовалось повторное включение питания испытываемого образца. Причина этого провала напряжения не была исследована, так как требования проекта не соответствовали существенно завышенной величине LET.

Понижение выходного напряжения, которое произошло при облучении одной из половин основания испытываемого образца, имело место при величине значения LET между 45 и 59,7 МэВ×см²/мг. Только один этот спорадический случай во время испытания не позволил провести статистическую оценку явления. Во время испытания не наблюдалось других SEE ни на одном из образцов при изменении LET вплоть до максимального значения 72 МэВ×см²/мг.

MFL2812S: при испытании этих устройств наблюдалось такое отклонение, как выброс, который продолжался менее 20 нс, после чего выходное напряжение вернулось к нормальному значению. Этот выброс менее чем на 1 В превысил выходное напряжение эталонного устройства. Такое резкое повышение выходного напряжения произошло при облучении одной из половин основания испытываемого образца и имело место при величине значения LET примерно 50 МэВ×см²/мг.

В ходе испытаний не было отмечено значительных отклонений ни на одном из образцов при изменении LET вплоть до максимального значения 72 МэВ×см²/мг.

Рекомендации для разработчиков аппаратуры КА

Разработчики бортовой аппаратуры КА предпочитают трактовать результаты испытаний просто: можно либо нельзя. К сожалению, результаты испытаний на воздействие единичных событий никогда не были простыми и исчерпывающе однозначными. Компромиссом можно считать распределение устройств по результатам испытаний на SEE по четырём категориям:

- Category 1 – изделия рекомендуются для применения во всех типах КА;
- Category 2 – изделия рекомендуются для применения в КА, но могут потребовать принятия некоторых мер для ослабления влияния SEE;
- Category 3 – изделия рекомендуются для применения в некоторых КА, но требуют применения всесторонних мер для ослабления влияния SEE или обеспечения режима возврата в рабочее состояние после SEL;
- Category 4 – изделия не рекомендуются для применения ни в одном КА.

К устройствам Category 1 причислены MFL2815S, MFL2805S.

К Category 2 отнесены конвертеры MFL2815D, MFL2812S. Значения LET, при которых возникают SEE, являются достаточно высокими, поэтому допускается применение данных конвертеров без принятия каких-либо мер по ослаблению влияния SEE. Тем не менее как

минимальное требование рекомендована организация точек спутниковой телеметрии для контроля напряжений и токов.

Оценка радиационной стойкости одноканальных и двухканальных 10-ваттных DC/DC-преобразователей серии MHF

Оценка радиационной стойкости была выполнена для определения ПНД конвертеров MHF2805S и MHF2812D, которые планировались для применения в проекте CASSINI/CIRS. Подробная информация с результатами испытаний для каждого типа изделий приведена в отчёте [16]. С её помощью можно оценить влияние ионизирующего излучения на энергетические и точностные показатели изделий (кпд, нестабильность в сети, нестабильность в нагрузке, пульсация выходных напряжений, рабочая частота преобразования).

Экспериментальные исследования радиационной стойкости проводились на γ -установке, в которой в качестве источника ионизирующего излучения использовался изотоп ⁶⁰Co. Во время испытаний облучению подвергались по два образца каждой модели, подключённых к первичной сети и нагрузке (входное напряжение 28 В постоянного тока, 20-омная нагрузка для MHF2805S и 184-омные нагрузки на выходе каждого канала MHF2812D), а по одному изделию каждой модели было использовано в качестве контрольного образца. Облучение проводилось в несколько этапов с разными значениями накопленной дозы в кремнии: 2,5, 5, 7,5, 10, 15, 20, 30 и 50 крад. Интенсивность облучения (мощность поглощённой дозы) составляла от 0,08 до 1,18 крад/ч. После каждого этапа облучения и последующего отжига проверялись электрические параметры образцов в соответствии с допустимыми предельными значениями. Предварительно все образцы были подвергнуты электрическим измерениям и эксплуатационным испытаниям (температурные, влажностные, вибрационные испытания, испытания на воздействие пониженного и повышенного давления газа). В результате все образцы MHF2812D, подвергнутые радиационному воздействию, успешно прошли электрический параметрический контроль на протяжении всех этапов облучения и отжига.

Все образцы MHF2805S, подвергнутые радиационному воздействию, успешно прошли электрический параметрический и функциональный контроль только

до уровня накопленной дозы 15 крад (Si). После дозы 20 крад у одного из образцов выходное напряжение снизилось до значения 3,17 В, что ниже минимально допустимого при максимальной нагрузке предела 4,95 В. У этого же образца до 67% снизился кпд, против минимально допустимого значения 75%, а также были превышены допустимые значения показателей нестабильности по току и напряжению. Всё это свидетельствовало о том, что при таком уровне накопленной дозы данный образец в условиях полной нагрузки проявляет серьёзное ухудшение своих рабочих характеристик.

После накопления дозы 30 крад значения выходного напряжения при полной нагрузке у обоих образцов MNF2805S упали ниже минимального специфицируемого предельного значения. Кроме того, у них снизились кпд и увеличились нестабильности по току и напряжению. На этом же уровне дозы оба образца подверглись повторному испытанию, но уже при половинной нагрузке. В результате они продемонстрировали в допустимых пределах значения выходного напряжения и показателей нестабильности по току и напряжению, а кпд составили 73,96% и 73,88%, то есть совсем немного ниже минимально допустимого значения

75% (впрочем, снижение кпд при половинной нагрузке — явление обычное).

После достижения уровня накопленной дозы 50 крад оба образца MNF2805S в условиях полной нагрузки показали возросшее ухудшение характеристик.

После отжига при 25°C в течение 168 часов у одного из образцов восстановились все электрические характеристики, за исключением показателей нестабильности по напряжению, а у другого образца восстановились все электрические параметры, за исключением значения кпд, которое составило 74,998% — чуть ниже минимально допустимого.

Интересно, что после отжига при 100°C в течение 168 часов эффектов восстановления (rebound) не обнаружилось. Здесь необходимо отметить, что применение радиационно-термической обработки на уровне пластин позволяет достичь нового уровня качества и надёжности серийно выпускаемых ИС МОП, в том числе и обеспечить стойкость ИС к воздействию ионизирующих излучений [17]. Этот эффект достигается облучением устанавливаемой в соответствии с условиями эксплуатации дозой гамма-квантов с удалением из партии изделий, не удовлетворяющих заданным требованиям, и последующим отжигом образцов, выдержавших

испытания, с целью возвращения значений их параметров в исходное состояние. Но модули DC/DC-преобразователей содержат не только ИС МОП, но и BiCMOS, биполярные ИС, у которых другой механизм проявления пострадиационного эффекта.

Описанные испытания подтвердили, что чувствительные к радиационным воздействиям параметры зависят от режима функционирования устройства.

Оценка радиационной стойкости одноканального 10-ваттного DC/DC-преобразователя MNV283R3S

Оценка радиационной стойкости была выполнена для определения ПНД конвертора MNV283R3S, который планировался для применения в проекте SMEX. Подробная информация с результатами испытаний для каждого типа изделий приведена в отчёте [18]. По этой информации можно оценить влияние ионизирующего излучения на энергетические и точностные показатели изделий (кпд, нестабильность в сети, нестабильность в нагрузке, пульсация выходных напряжений, рабочая частота преобразования).



ПО автоматизации и генерации отчетов от признанного мирового лидера в своем классе

Корпорация Wonderware, выполнив более 300.000 инсталляций, является ведущим поставщиком ПО в области автоматизации производства и отчетности.

InTouch - система SCADA/HMI с поддержкой и адаптацией пакета к особенностям российского рынка. По итогам 2004 г. **InTouch 9.0** признан ПО номер 1 в категориях "HMI и SCADA".

InSQL Server – БД реального времени для предприятия.

IAS - промышленный сервер приложений. MES системы.

DT Analyst – анализатор простоев.

InTrack и InBatch - управление процессами дозирования и смешивания.

Серверы ввода-вывода, более 1000 интерфейсов которых обеспечивают стыковку с электронным оборудованием известных поставщиков (ПЛК, DCS и др.).

Klinkmann предлагает Вам бесплатно серию CD по ПО Wonderware – ждем Ваших заказов. Подробная информация по адресу www.klinkmann.com.



KLINKMANN

www.klinkmann.com

Санкт-Петербург
тел. +7 812 327 3752
klinkmann@klinkmann.spb.ru

Киев
тел. +38 044 239 12 50
klinkmann@klinkmann.kiev.ua

Москва
тел. +7 095 956 4907
moscow@klinkmann.spb.ru

Rīga
tel. +371 738 1615
klinkmann@Klinkmann.lv

Экспериментальные исследования радиационной стойкости проводились на γ -установке, в которой в качестве источника ионизирующего излучения использовался изотоп ^{60}Co с энергией примерно 1,25 МэВ. Во время радиационных испытаний облучению подвергались три образца изделия, подключённых к первичной сети и нагрузке (входное напряжение 28 В постоянного тока, 10-омная нагрузка), а один образец использовался в качестве контрольного. Облучение проводилось в несколько этапов с разными значениями накопленной дозы в кремнии: 5, 10, 15, 20, 30 и 50 крад. Интенсивность облучения (мощность поглощённой дозы) составляла от 0,06 до 1,250 крад/ч (от 0,017 до 0,35 рад/с). Предварительно все образцы были подвергнуты электрическим измерениям и эксплуатационным испытаниям (температурные, влажностные, вибрационные испытания, испытания на воздействие пониженного и повышенного давления газа).

После накопления дозы 10 крад образцы были подвергнуты отжигу при 25°C в течение 360 часов, а при дозе 50 крад они прошли заключительный отжиг при 25°C в течение 168 часов.

При измерении электрических характеристик после получения дозы 5 крад все образцы продемонстрировали значительное усиление нестабильности по току. У двух образцов предельное значение показателя нестабильности 50 мВ было превышено до значений 142 и 58,7 мВ. Все другие электрические тесты образцы прошли нормально.

При измерении электрических характеристик после накопления дозы 10 крад у всех трёх образцов было превышено предельное значение показателя нестабильности по току до значений 553, 519 и 222 мВ. Все другие электрические тесты образцы прошли нормально. После отжига всех трёх образцов при 25°C в течение 360 часов было обнаружено некоторое уменьшение нестабильности по току до значений 365, 313 и 97 мВ, и снова все другие электрические тесты всеми образцами были пройдены нормально.

После достижения уровня накопленной дозы 15 крад у всех трёх образцов продолжалось усиление нестабильности по току, показатели нестабильности достигли значений 755, 702 и 410 мВ. У двух образцов предельное значение показателя нестабильности по напряжению 20 мВ было превышено до значений 214 и 198 мВ. Все другие электрические тесты образцы прошли нормально.

При дозе 20 крад у двух образцов было превышено специфицированное предельное значение выходного напряжения до значений 3,55 и 3,58 В. У всех образцов ещё больше усилилась нестабильность по току и достигла значений 847, 790 и 639 мВ, а нестабильность по напряжению возросла до 287, 290 и 108 мВ. Все другие электрические тесты образцы прошли нормально.

После накопления дозы 30 крад у всех образцов увеличилось превышение специфицированного предельного значения выходного напряжения до значений 3,98, 4,02 и 3,63 В, нестабильность по току характеризовалась возросшими значения-

ми 1028, 960 и 771 мВ, а нестабильность по напряжению — также возросшими значениями 426, 438 и 296 мВ. Все другие электрические тесты образцы прошли нормально.

После достижения уровня накопленной дозы 50 крад у всех образцов продолжилось ухудшение показателей выходного напряжения (до 4,56, 4,59 и 4,13 В), а также отмечалось дальнейшее усиление нестабильности по току (до 1171, 1094 и 912 мВ) и по напряжению (до 719, 604 и 400 мВ). У одного из образцов было незначительно превышено предельное значение входного тока 30 мА при холостом ходе до значения 30,2 мА. Все другие электрические тесты образцы прошли нормально.

Примечательно, что после 168-часового отжига при температуре 25°C у всех образцов не было отмечено никакого восстановления параметров, ухудшились показатели выходного напряжения, усилились нестабильности по току и напряжению.

Оценка радиационной стойкости одноканальных DC/DC-преобразователей серии MTR

Оценка радиационной стойкости была выполнена для определения ПНД популярных одноканальных DC/DC-преобразователей MTR2805SF и MTR2815SF, которые планировались для применения в проекте TOMS (Total Ozone Mapping Spectrometer) — совместном научном проекте США и России, проводимом на борту КА «Метеор-3». Кстати, это был первый проект NASA, где применялся в космических условиях полупроводниковый регистратор на базе матрицы ИМС ОЗУ (Hitachi 256 кбит, 32Kx8). Подробная информация с результатами испытаний для каждого типа изделий приведена в отчётах [19, 20].

Экспериментальные исследования радиационной стойкости проводились на γ -установке, в которой в качестве источника ионизирующего излучения использовался изотоп ^{60}Co . Во время испытаний облучению подвергались по три образца каждой модели, подключённых к первичной сети и нагрузке (входное напряжение 28 В постоянного тока, 50-омная нагрузка), а по одному изделию каждой модели было использовано в качестве контрольного образца. Облучение проводилось в несколько этапов с разными значениями накопленной дозы в кремнии: 2,5, 5, 7,5, 10, 15, 20, 30, 50 и 100 крад. Интенсивность облучения

ADDI-DATA

İEAÖÜ AATİÄÄ-AÜATİÄÄ

Optimales решение для самых ответственных применений, где в первую очередь важны надёжность и техническое совершенство

PROSOFT®

www.addi-data.ru

#380

(мощность поглощённой дозы) была 0,32 крад/ч (0,09 рад/с). После достижения дозы 100 крад образцы подверглись отжигу при подключенном входном напряжении и температуре 25°C в течение 168 часов. После каждого этапа облучения и последующего отжига проверялись электрические параметры образцов в соответствии с допустимыми предельными значениями. Предварительно все образцы были подвергнуты электрическим измерениям и эксплуатационным испытаниям (температурные, влажностные, вибрационные испытания, испытания на воздействие пониженного и повышенного давления газа).

Все образцы модели **MTR2805SF** прошли все виды испытаний до уровня накопленной дозы 50 крад без заметных ухудшений контролируемых электрических параметров. После накопления дозы 100 крад были обнаружены значительные ухудшения показателей выходного напряжения, кпд, нестабильности по току, нестабильности по напряжению и пульсаций выходного напряжения. У всех образцов существенно снизились выходное напряжение (588...679 мВ при минимально допустимом значении 4,95 В) и кпд (33,4...37,8% при минимально допустимом значении 76%). У всех образцов были превышены показатели нестабильности по току (4,3...4,4 В при максимально допустимом значении 50 мВ) и пульсации выходного напряжения (424...524 мВ от пика до пика при максимально допустимом значении 50 мВ от пика до пика). У одного из образцов было превышен показатель нестабильности по напряжению (61,4 мВ при максимально допустимом значении 50 мВ).

После 168-часового отжига при температуре 25°C у всех образцов был превышен предел входного тока 35 мА до значения 2 А. Такой большой ток не специфицирован для данной модели, поэтому заведомо малодостоверными представлялись в этих условиях результаты измерения выходного напряжения, кпд и показателя нестабильности по напряжению. С другой стороны, все образцы после отжига продемонстрировали существенное уменьшение нестабильности по току и пульсаций выходного напряжения.

У всех испытываемых образцов модели **MTR2815SF** до уровня накопленной дозы 50 крад не было выявлено существенных ухудшений электрических параметров. При дозе 15 крад у одного образца незначительно уменьшился кпд (79,5% при предельно допустимом значении

81%), однако при дозе 20 крад его кпд восстановился до 82,7%. При дозе 30 крад у другого образца тоже незначительно уменьшился кпд (до 80,4%), однако после дозы 50 крад его величина составила 84,0%.

При электрических измерениях после достижения накопленной дозы 100 крад у всех образцов обнаружилось резкое увеличение входного тока (от 35 мА до 2 А). После их отжига при 25°C в течение 168 часов один образец успешно прошёл все электрические тесты, у другого отмечалось лишь незначительное снижение кпд (до 77,8%), а у третьего было немного превышено предельное значение показателя нестабильности по току (30,5 мА при пределе 30 мВ), а также остался большим входной ток (2 А), что не позволило с должной степенью достоверности оценить выходное напряжение, кпд и нестабильность по напряжению.

Виды испытаний радиационно-стойких изделий

Раздел, посвящённый описанию исследований радиационной стойкости DC/DC-преобразователей, изначально не специфицированных как радиационно-стойкие изделия, был бы неполным, если в нём не рассказать, каким видам испытаний подвергаются радиационно-стойкие конвертеры фирмы Interpoint. Такая информация позволит более объективно оценить представленные в данном разделе результаты исследований.

Прежде всего необходимо отметить, что нынешняя методика испытаний радиационно-стойких изделий микроэлектроники с целью определения ПНД на γ -установках с изотопом ^{60}Co – Method 1019.6 Ionizing Radiation (Total Doze) Test Procedure – входит в военный стандарт США MIL-STD-883F [21]. В настоящее время радиационно-стойкие изделия фирмы Interpoint на этапе разработки проходят усовершенствованные испытания на воздействие ионизирующего излучения низкой интенсивности (Enhanced Low Dose Rate Sensitivity – ELDRS) при мощности дозы 0,005 рад (Si)/с в течение более 1000 часов, что приблизительно соответствует интенсивности облучения на орбите. Ранее при испытаниях радиационно-стойких модулей DC/DC-преобразователей в процессе их разработки фирмой Interpoint применялось воздействие более высокой мощности дозы – 9 рад (Si)/с; такое значение мощности дозы было выбрано много лет назад как наиболее эффективное для выявления отклонений.

По предыдущей версии стандарта MIL-STD-883E, Method 1019.4 для определения ПНД радиационно-стойких изделий микроэлектроники рекомендовалось придерживаться диапазона интенсивности облучения от 50 до 300 рад (Si)/с, чему и следовала фирма Interpoint.

Для оценки восприимчивости компонентов к низкоинтенсивному ионизирующему излучению проводятся испытания ELDRS, которые распространяются на изделия фирмы, демонстрирующие повышенную вероятность отказов при мощности дозы ниже 50 рад (Si)/с. Эффект влияния низкоинтенсивного ионизирующего излучения обнаруживается у многих биполярных устройств. Так, он был обнаружен у ИМС компаратора LM119. Такое излучение, помимо прямого действия, способно увеличить суммарную дозу, что позже может проявиться в виде некоторых пострадиационных эффектов. Это может произойти даже при чрезвычайно низких значениях мощности дозы, в тех случаях когда они достигнут величины интенсивности релаксации дозы в процессе отжига. Данный эффект был обнаружен во время оценки ПНД кристалла драйвера TC4426 на установке JPL (Jet Propulsion Laboratory – Лаборатория реактивного движения).

Факторы, определяемые условиями применения

Накопленная доза и воздействия SEE

Экспериментальные исследования с целью оценки радиационной стойкости интегрально-гибридных DC/DC-преобразователей фирмы Interpoint, изначально не специфицированных как радиационно-стойкие изделия, показывают, что значения ПНД для них могут находиться в пределах от 5 до 50 крад (Si) и имеют значительный разброс для изделий одного типа, для изделий разных партий, а значения чувствительных к радиационным воздействиям параметров зависят от режима функционирования устройства. При использовании полученных в ходе исследований результатов надо учитывать, что при оценке ПНД спектральный состав и интенсивность облучения отличаются от соответствующих характеристик реальных излучений космического пространства, и это является одной из причин погрешности в определении ПНД [22].

Современные подходы к проблеме радиационной стойкости в NASA, военном и коммерческом космических секторах

США способствуют утверждению технологий COTS (Commercial Off-The-Shelf – готовые к использованию модули коммерческого назначения) в космических применениях. Однако необходимо учитывать некоторые специфические факторы для обеспечения надёжного функционирования аппаратуры КА в условиях ионизирующего излучения, которое может создать проблемы на всех представляющих интерес орбитах. Нужно ясно осознавать эти проблемы, главными из которых являются преждевременный отказ устройств вследствие полученной суммарной дозы, а также устойчивый отказ или случайные сбои из-за воздействия заряженных частиц (корпускулярного излучения).

Обычно большинство специалистов рассматривают радиационную стойкость аппаратуры и конструкций КА только с точки зрения ПНД. Влияние накопленной дозы сказывается в том, что в результате долговременного поглощения радиации электроны покидают атомы и количество свободных электронов накапливается. Между тем, пагубные последствия могут иметь и воздействия типа SEE, вызванные прохождением одиночной заряженной частицы через устройство. Эффект от SEE начали принимать

во внимание относительно недавно (в начале 90-х и даже позже), поэтому многие специалисты остаются всё ещё несведущими в данном вопросе, не понимают серьёзности потенциальной опасности SEE и не учитывают её в своих проектах. Другим видом заблуждения является попытка в рамках конкретного проекта свести спецификацию SEE к единственному числу – это заведомо нецелесообразно, так как на разных участках полёта, в разных отсеках, при разной ориентации аппаратура КА имеет различные критические относительно SEE режимы. Таким образом, если разработчик выбрал устройство с SEE, оцененными с некоторой вероятностью по результатам наземных испытаний, необходимо провести дополнительные исследования интенсивностей SEE, исходя из определённых условий применения в конкретном проекте. Однако это не так просто. Для этого нужно определить ожидаемую радиационную обстановку с некоторой степенью точности, собрать максимально полные и точные данные о соответствующих испытаниях. Затем должны быть получены ответы на разнообразные вопросы по результатам испытаний, например: было ли устройство испытано в таком же рабочем режиме, в ка-

ком оно будет использоваться в полёте; проявились ли вторичные эффекты, такие как MBU или «залипшие» биты; как зависят результаты от тактовой частоты работы устройства и т.д.? В процессе исследований потребуются знания разработчика о функционировании схемы, а также сведения о предполагаемой орбите (траектории) и окружающем её пространстве. В результате недостаточно сказать, что устройство непригодно из-за чувствительности к SEE, а природа такой SEE-чувствительности устройства должна быть понята и, если требуется, должны быть установлены способы её ослабления посредством, например, использования резервных устройств, изменения рабочих режимов, применения сторожевого таймера, добавления схем обнаружения и исправления ошибок, ограничения тока и т.д. А использовать такие SEE-чувствительные устройства следует только в том случае, когда требования проекта допускают реализацию решений, направленных на ослабление SEE.

Здесь надо сделать следующее предупреждение: зачастую интенсивность SEE характеризуется в проектах как MTTF (mean time to failure – значение времени до отказа; применяется для устройств, которые отказывают и не восстанавливаются) – так вот, это ошибочно, так как интенсивность SEE раз в пять лет говорит о том, что событие равновероятно может произойти в любое время в течение всего пятилетнего периода, а не по истечении данного срока.

Влияние высокоэнергетических космических частиц

Основными источниками высокоэнергетических частиц, которые вносят вклад в накопление дозы и происхождение SEE, являются:

- протоны и электроны, захваченные в поясах Ван Аллена;
- галактические космические лучи (ГКЛ) из протонов и тяжёлых ионов;
- потоки протонов и тяжёлых ионов от солнечных вспышек (солнечные космические лучи – СКЛ).

Тяжёлые ионы, захваченные магнитосферой, не оказывают большого влияния на накопленную дозу, но обладают энергией, достаточной для проникновения в КА, ионизации и инициации SEE. Для оценки ПНД должны быть рассмотрены влияние захваченных протонов и электронов, а также вторичное тормозное излучение протонов ГКЛ и СКЛ. Часть накопленной дозы, вызванная ионами



ДАТЧИКИ ВЕСА И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

- Для промышленных и торговых весовых систем
- Оперативный контроль веса от 1 грамма до 200 тонн
- Степень пыли- и влагозащиты до IP68



Закажите буклет на сайте www.scaime.ru

#411

ГКЛ, является незначительной при наличии других перечисленных источников. Для оценки уровня опасности SEE должны быть рассмотрены ионы ГКЛ, захваченные магнитным полем Земли протоны и протоны СКЛ.

Энергетические параметры всех этих источников зависят от активности Солнца. Солнечный цикл делится на две фазы: минимум активности и максимум активности. Обычный цикл длится около 11 лет с приблизительно 4-летним периодом минимума солнечной активности и 7-летним периодом максимума солнечной активности.

Протоны и электроны, захваченные в поясах Ван Аллена

Современные электронные компоненты высокой плотности значительно более чувствительны к протонам, чем к тяжёлым ионам. Даже дополнительными экранами трудно защититься от высокоэнергетичных протонов, которые являются причиной SEE и значительно содействуют накоплению дозы излучения, нормированной по массе полупроводниковой аппаратуры КА:

$$D = \Delta E_p / \Delta m,$$

где D – полученная доза излучения; ΔE_p – энергия любого вида излучения, переданная некоторой массе Δm облучаемого вещества (измеряется в дж/кг, или рад; энергия, поглощаемая кремнием (Si), равна 0,01 дж/кг).

Любые мероприятия, направленные на ослабление SEE, только тогда будут эффективны, когда будут базироваться на точном определении областей распределения захваченных протонов, их энергетических параметров и возможных изменений.

Захваченные электроны занимают области космоса, известные как внутренний пояс (простирается за пределы порядка 2,4 радиуса Земли на экваторе) и внешний пояс (примерно от 2,8 до 12 радиусов Земли на экваторе). Уровни интенсивностей и реальные физические границы зависят от энергии частицы, от многолетних изменений магнитного поля, магнитных возмущений, колебаний солнечного цикла и отдельных солнечных событий. Внешний пояс характеризуется на порядок более высокой интенсивностью и более высокими энергиями, чем внутренний пояс.

Захваченные протоны не могут быть сгруппированы в зонах внутреннего и внешнего пояса. Приблизительная граница области для захваченных протонов с энергиями больше 10 МэВ находится на расстоянии 3,8 радиуса Земли. Протяжённость этой области тоже зависит от

многолетних изменений магнитного поля, магнитных возмущений, колебаний солнечного цикла и отдельных солнечных событий.

Энергетические параметры захваченных частиц вычисляются с использованием моделей NASA AP8 и AE8. Модели имеют варианты для минимума и максимума солнечной активности, но во всём остальном являются статичными и не отражают значительных перемен, связанных с геомагнитными бурями и изменениями магнитного поля Земли. Вследствие этого потоки захваченных частиц по данным моделям представлены совокупностью ненаправленных интегрированных интенсивностей, которые, как ожидается, будут накоплены в среднем за шестимесячный период.

Протоны и тяжёлые ионы ГКЛ

Частицы ГКЛ возникают за пределами Солнечной системы. Они представлены ионами всех элементов с атомными числами от 1 до 92. Уровни интенсивности потоков этих частиц ниже, но, из-за того что среди них есть чрезвычайно высокоэнергетичные частицы таких тяжёлых элементов, как железо, они, проходя через вещество, вызывают сильную ионизацию. Подобно высокоэнергетичным захваченным протонам, частицы ГКЛ плохо поддаются экранированию и поэтому создают существенную опасность для электронной техники в плане SEE.

Как и распределение захваченных протонов, распределение частиц ГКЛ изменяется вместе с солнечным циклом. Их пик приходится на время минимума солнечной активности, а наименьший уровень – на время солнечного максимума. Магнитное поле Земли обеспечивает КА изменяющимися степенями защиты от космических лучей, зависящими в основном от наклона и высоты орбиты.

Протоны и тяжёлые ионы СКЛ

В период минимума солнечной активности происходят несущественные вспышки.

Во время каждой фазы максимума солнечной активности может происходить по несколько больших вспышек. Эти явления длятся от нескольких часов до нескольких дней, а энергия солнечных частиц при этом может достигать нескольких сот МэВ. Подобно потокам частиц ГКЛ, потоки частиц СКЛ тоже ослабляются магнитосферой Земли.

Существуют различные модели ГКЛ и СКЛ, наиболее актуальные и часто ис-

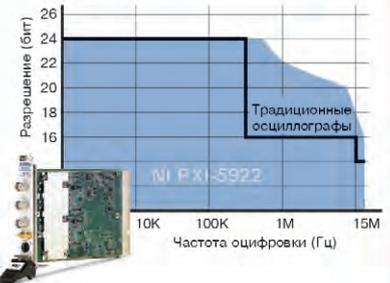
пользуемые из них представлены в табл. 3 [23].

Влияние параметров орбиты

Величина накопленной дозы, виды и последствия воздействий SEE сильно разнятся у разных КА. Это во многом определяется орбитами (траекториями) конкретных аппаратов, пересекающими потоки частиц от разных источников, с различными энергетическими характеристиками.

Далее даны краткие характеристики орбит, представляющих наибольший практический интерес, а в таблицах 4, 5, 6 приведены подготовленные компанией

Высокоскоростной осциллограф с перестраиваемым разрешением



Новый осциллограф National Instruments PXI-5922 обладает высочайшим среди приборов подобного типа разрешением и динамическим диапазоном на частотах оцифровки до 15 МГц.

- Перестраиваемое разрешение от 24 разрядов на частотах оцифровки до 500 кГц до 16 разрядов на частоте 15 МГц
- -120 дБ среднеквадратичный уровень шума
- До 256 МБ бортовой памяти на канал
- NI-SCOPE Soft Front Panel: бесплатное ПО сбора данных
- Полная поддержка в NI LabVIEW, SignalExpress, Measurement Studio, LabWindows/CVI

ni.com/russia

Технические консультации:
095 783 68 51

NATIONAL INSTRUMENTS

228

National Instruments Russia
Озерная ул., 42, Офис 1101, Москва 119361
Тел.: 095 783 6851, факс 095 783 6852
E-mail: ni.russia@ni.com

Таблица 3

Источники радиации, их особенности и модели

Источник радиации	Модель	Зависимость от солнечного цикла	Факторы, влияющие на уровень радиации	Типы соответствующих орбит
Захваченные протоны	AP8-MIN; AP8-MAX	Минимум солнечной активности — влияние частиц наиболее сильное; максимум солнечной активности — наиболее слабое	Искажения геомагнитного поля, солнечные вспышки, магнитные бури	LEO, NEO, переходные орбиты
Захваченные электроны	AE8-MIN; AE8-MAX	Минимум солнечной активности — влияние частиц наиболее слабое; максимум солнечной активности — наиболее сильное	Искажения геомагнитного поля, солнечные вспышки, магнитные бури	LEO, GEO, NEO, переходные орбиты
Ионы ГКЛ	CREME; CHIME; Badhwar & O'Neill	Минимум солнечной активности — влияние частиц наиболее сильное; максимум солнечной активности — наиболее слабое	Уровень ионизации, параметры орбиты	LEO, GEO, NEO, межпланетные орбиты
Протоны солнечных вспышек	KING; JPL92	Влияние частиц проявляется только во время максимума солнечной активности	Расстояние от Солнца; параметры орбиты; местоположение вспышки на Солнце	LEO (>45°), GEO, NEO, межпланетные орбиты
Тяжёлые ионы, вызванные солнечными вспышками	CREME; JPL92; CHIME	Влияние частиц проявляется только во время максимума солнечной активности	Расстояние от Солнца; параметры орбиты; местоположение вспышки на Солнце	LEO, GEO, NEO, межпланетные орбиты

Таблица 4

Дозы, поглощённые в результате воздействия электронов и протонов, для низкой орбиты 600x800 км

Угол наклонения орбиты	Толщина экрана КА, выполненного из алюминия, кобальта, стали (материал корпуса преобразователя), мм	Поглощённая в течение года доза, рад (Si)			Суммарная поглощённая доза, рад (Si)	
		от воздействия электронов	от воздействия захваченных протонов	от воздействия протонов СКЛ	за 1 год	за 7 лет
27°	0, 0,4, 0,25	860	973	—	1833	12831
27°	1,25, 0,4, 0,25	356	828	—	1184	8288
27°	6,25, 0,4, 0,25	25,9	679	—	704,9	4934
60°	0, 0,4, 0,25	3690	653	—	4343	30401
60°	1,25, 0,4, 0,25	1240	519	—	1759	12313
60°	6,25, 0,4, 0,25	78,8	403	—	481	3373

Таблица 5

Дозы, поглощённые в результате воздействия электронов и протонов, для высокой орбиты 20 000x20 000 км

Угол наклонения орбиты	Толщина экрана КА, выполненного из алюминия, кобальта, стали (материал корпуса преобразователя), мм	Поглощённая в течение года доза, рад (Si)			Суммарная поглощённая доза, рад (Si)	
		от воздействия электронов	от воздействия захваченных протонов	от воздействия протонов СКЛ	за 1 год	за 7 лет
27°	0, 0,4, 0,25	181000	—	768	1810768	12675376
27°	1,25, 0,4, 0,25	501000	—	819	501819	3512733
27°	6,25, 0,4, 0,25	5560	—	836	6396	44772
60°	0, 0,4, 0,25	24100	—	74900	99000	693000
60°	1,25, 0,4, 0,25	7750	—	48500	562250	393750
60°	6,25, 0,4, 0,25	2580	—	24400	26980	188860

Physitron Inc. расчётные данные о суммарной поглощённой дозе на разных орбитах для DC/DC-преобразователей фирмы Interpoint. При расчёте предполагалось применение в защитном экране трёх материалов: алюминия, кобальта и стали. Сталь является материалом корпуса преобразователя. Толщина экрана из

кобальта для всех вычислений принята постоянной величиной 0,38 мм, а толщина алюминия варьировалась от 0 до 6,35 мм.

Влияние параметров защитного экрана на размеры поглощённой дозы показано в этих таблицах не случайно, так как экранирование остаётся наиболее действенным способом защиты на разных ор-

битах. Чтобы проиллюстрировать это ещё раз, приведём следующий пример: за 10 лет полёта во внешнем поясе (захваченные электроны с энергиями около 7 МэВ) суммарная доза может принимать значения от более чем 1 Мрад (Si) при экране с эффективной толщиной 1 г/см² (алюминий толщиной около 3,7 мм) до менее чем 10 крад (Si) при увеличении эффективной толщины экрана до 3 г/см².

Низкие орбиты

КА на низких орбитах (Low Earth Orbits – LEO) проходят несколько раз в день через частицы, захваченные поясами Ван Аллена. Уровень интенсивности потоков частиц, наблюдаемый во время этих прохождений, в значительной степени зависит от наклона и высоты орбиты. Локализация максимума потоков зависит от энергии частиц. Так, для протонов с энергиями $E > 10$ МэВ пик потока частиц находится на высоте около 3000 км. В условиях нормальной геомагнитной и солнечной активности уровни интенсивности потоков протонов быстро понижаются на высотах более 3000 км. Тем не менее после сильных геомагнитных бурь и солнечных вспышек высокоэнергетичные протоны были обнаружены и на высотах более 3000 км.

Интенсивность потоков частиц ГКЛ и СКЛ зависит от наклона и в меньшей степени от высоты орбиты. При увеличении радиуса орбиты облучение частицами ГКЛ и СКЛ постепенно усиливается. Однако влияние, которое оказывается этими частицами на оборудование КА, гораздо более выражено зависит от наклона орбиты. Всё это связано с защитным действием магнитного поля Земли и его формой, которая такова, что с приближением к полярным зонам действие поля ослабевает. В результате по мере увеличения угла наклона вплоть до углов полярных орбит КА всё больше времени проводит в зонах, достижимых частицами ГКЛ и СКЛ. С другой стороны, при нормальных магнитных условиях аппараты с углами наклона орбит меньше 45° будут практически полностью защищены от этих частиц. Во время значительных солнечных вспышек или магнитных бурь наблюдаются искажения геомагнитного поля, что приводит к проникновению частиц СКЛ и ГКЛ в области, не доступные им в нормальных условиях. Например, в течение 10-летнего полёта по полярной орбите (угол наклона 90°) с высотой 800 км полупроводниковая электронная аппаратура, за-

Таблица 6

Дозы, поглощённые в результате воздействия электронов и протонов, для геостационарной орбиты 10 000×10 000 км

Угол наклона орбиты	Толщина экрана КА, выполненного из алюминия, кобальта, стали (материал корпуса преобразователя), мм	Поглощённая в течение года доза, рад (Si)			Суммарная поглощённая доза, рад (Si)	
		от воздействия электронов	от воздействия захваченных протонов	от воздействия протонов СКЛ	за 1 год	за 7 лет
27°	0, 0,4, 0,25	100000	521	38400	138921	972447
27°	1,25, 0,4, 0,25	29200	118	21500	50818	355726
27°	6,25, 0,4, 0,25	330	6,84	10900	11236,8	78658
60°	0, 0,4, 0,25	24100	365	45300	60765	488355
60°	1,25, 0,4, 0,25	7750	83,9	24700	32534	227737
60°	6,25, 0,4, 0,25	94,6	5,07	12100	12200	85398

щищённая 2,5-миллиметровым алюминиевым экраном, накопит суммарную дозу около 30 крад (Si). Но увеличение высоты орбиты только на 300 км приведёт к более чем трёхкратному росту накопленной дозы — до 100 крад (Si). На высоте 2000 км накопленная доза увеличится уже до 500 крад (Si).

Интересны расчёты для аппарата JASON, высота орбиты которого 1338 км, угол наклона 98°. Ионизирующее излучение было представлено практически только высокоэнергетичными протонами (низкоэнергетичные частицы и электроны экранируются материалом корпуса

КА). Объектом исследования являлись DC/DC-преобразователи, применяемые в составе бортового устройства ориентации по звёздам. Расчёты выполнялись с использованием подробной модели пространственного распределения массы устройства и показали, что ожидаемый худший показатель суммарной дозы за время полёта КА составляет 12,7 крад (Si). Правда, эти расчёты не учитывали некоторые дополнительные факторы, такие, например, как коэффициент запаса. Примечательно, что спектр протонного излучения для аппарата JASON имеет более высокое значение энергии по сравнению

с КА, которые функционируют на более низких орбитах (номинально 120 МэВ).

Несмотря на то что значение допустимой накопленной дозы 20-30 крад (Si) является низким для большинства космических применений, системы низкоорбитальных КА с высотой орбиты менее 850 км смогут сохранять работоспособность в течение 8-10 лет с небольшой деградацией или даже без неё, используя отобранные коммерческие компоненты с таким допустимым значением суммарной дозы. Дополнительное экранирование коммерческих компонентов обеспечивает уменьшение вероятности сбоев. Увеличение затрат в этом случае связано только с дополнительным тестированием партий изделий и определением их радиационной стойкости.

Высокоэллиптические орбиты

Высокоэллиптические орбиты тоже проходят через пояса Ван Аллена. Помимо этого, вследствие большой высоты они независимо от их наклона открыты для длительного облучения космическими лучами и потоками частиц от солнечных вспышек. Уровень воздействия со стороны захваченных протонов, которые встречаются на высокоэллипти-



27 лет
на рынке ПЛК



Официальный партнер
Mitsubishi Electric Industrial Automation -
ЗАО "Индустриальные компьютерные системы"

ПРОГРАММИРУЕМЫЕ ЛОГИЧЕСКИЕ КОНТРОЛЛЕРЫ

для любых задач управления

- высокое быстродействие
- большой выбор модулей ввода/вывода
- широкие коммуникационные возможности

- стандартные языки программирования ПЛК
- компактная конструкция
- высочайшая надежность
- привлекательная стоимость



группа программных продуктов для разработки и отладки рабочих программ, визуализации, протоколирования и управления процессами

www.ipc2u.ru электронный каталог

Industrial PC to you



новости, статьи, обзоры

Industrial Computer News



ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

109428, г. Москва
Рязанский проспект, 8а, офис 200
Тел.: (095) 232-0207
Факс: (095) 232-0327
<http://www.icos.ru/>
E-mail: sales@icos.ru

193144, г. Санкт-Петербург
6^я Советская ул., 24, офис 206
Тел.: (812) 271-5602
Факс: (812) 271-5606
<http://www.icos.ru/>
E-mail: spb@icos.ru

620034, г. Екатеринбург
ул. Бебеля, 11а, офис 6
Тел.: (343) 219-18-63
Факс: (343) 219-18-63
<http://www.icos.ru/>
E-mail: ekb@icos.ru



ческих орбитах, зависит от положения перигея орбиты (высоты, широты и долготы). В том случае когда положение перигея смещается за время протекания полёта, параметры отклонения должны быть приняты во внимание при прогнозировании влияния протонов. На высокоэллиптических орбитах КА также получает большие дозы облучения, обусловленные захваченными протонами и электронами на внешних поясах, где аппарат находится значительное время при прохождении каждого апогея.

Геостационарные орбиты

На геостационарных орбитах (GEO) проявляется влияние захваченных протонов, которые, хоть и характеризуются относительно низким уровнем энергии, могут стать причиной SEE, и это надо учитывать. Кроме того, GEO почти полностью открыты для действия частиц СКЛ и ГКЛ. Протоны с энергиями ниже 40-50 МэВ обычно ослабляются магнитным полем Земли, однако это ослабление становится менее выраженным во время солнечной активности и магнитных бурь. Во время этих явлений силовые линии поля Земли, которые при нормальных условиях находятся на высоте порядка 7 радиусов пла-

неты, могут быть сжаты до высоты примерно 4 радиусов, и частицы получают доступ к значительно более близким к Земле областям. К тому же КА на GEO постоянно подвергаются облучению захваченными электронами. В результате суммарная доза, накопленная на орбите GEO, может стать ощутимой для аппаратуры КА со слабым экранированием.

Межпланетные орбиты

Оценка радиационной обстановки для этих межпланетных полётов может быть чрезвычайно сложной, зависящей от количества прохождений траектории через радиационные пояса земли, изменяющегося расстояния до Солнца, точности данных о радиационной обстановке вблизи других планет и т.д. Каждый из факторов должен быть надлежащим образом учтён для выработки точной траектории полёта.

Особо тщательной подготовки требуют полёты, которые выполняются в условиях максимальной солнечной активности и имеют траектории, проходящие вблизи Солнца. В подобных случаях рекомендуется пересчитывать интенсивности частиц солнечного происхождения с использованием специальных коэффици-

ентов, определяемых в зависимости от расстояния между КА и Солнцем.

Опыт показывает, что при прогнозировании возможных последствий воздействия космических частиц эффективной мерой снижения неопределённости, которая может привести к недостаточным или избыточным мерам по обеспечению надёжности, является получение ответов на следующие вопросы:

1. Когда состоится старт?
2. Где будет проходить полёт?
3. Когда система будет развёрнута (выйдет на основной режим функционирования)?
4. Что система должна делать в наихудших условиях окружающей среды?
5. Что в системе является критичным для успешного прохождения полёта?

Какова степень экранирования SEE-чувствительных деталей?

Расчёты, учитывающие только наихудшие условия, ведут к проектированию с большим запасом прочности и должны применяться только на стадии эскизных работ, когда реальная дата старта и продолжительность полёта ещё не определены. После определения даты старта и продолжительности полёта можно оценить, как долго КА будет в каждой фазе

Мощность и гибкость В ШИРОКОМ СПЕКТРЕ СТАНДАРТНЫХ ИЗДЕЛИЙ



в мире энергетической электроники

От
простейших модулей

До
сложных интеллектуальных
ИВЭП и систем питания по
спецификациям заказчиков



PROSOFT®

info@prosoft.ru • www.prosoft.ru

#220

солнечного цикла. Эти расчёты должны принимать во внимание последствия задержки старта на один год. При формулировании сценария миссии особенно важно исключить ситуации выполнения заданий специально не защищённым оборудованием в условиях максимума солнечной активности.

Последствия радиационных воздействий и основные способы защиты

Влияния ионизирующих излучений на электронное оборудование КА можно разделить на два вида: суммарная накопленная доза и воздействия единичных событий. Два явления различаются как по условиям возникновения, так и по способам ослабления.

Суммарная накопленная (поглощённая) доза приводит к постепенной деградации электронной техники вследствие явлений, связанных с получением и накоплением дополнительной энергии. Накопленная доза проявляется через параметрические и функциональные отказы или изменения параметров устройства, таких как токи утечки, значения порогового напряжения и т.д. В космическом пространстве главными источниками облучения, вызывающими накопление дозы, являются захваченные протоны и электроны, а также протоны СКЛ.

SEE происходит в случае, когда одиночный ион поражает материал, вызывая выделение значительной энергии в устройстве. Воздействия SEE могут быть разделены на два основных класса: случайные и устойчивые.

Случайные сбои, как правило, сопряжены с кратковременным импульсом или изменением бита в устройстве, эти сбои вызывают отклонения в работе устройства, обнаруживаемые на его выходе. В силу этого случайные сбои полностью определяются спецификой устройства и легко группируются по характеру влияния на работу устройства. К подобным отклонениям относятся, например, единичные «мягкие» (некатастрофические, неразрушительные) отказы типа SEU. В логической схеме или аналого-цифровом преобразователе всплеск или пик на выходе устройства может быть потенциальным SEU, изменение бита в ячейке памяти или регистре тоже обычно является следствием SEU. Такие же единичные отказы, происходящие в схемах управления, могут вызывать и другие эффекты. Во время прерывания функционирования (Single Event Functional Interrupt – SEFI), вызванного единич-

ным отказом, устройство приостанавливает нормальное функционирование, и его состояние зависит от типа конкретного устройства. Например, схемы управления обычно переходят в режим тестирования, в режим останова или в неопределённое состояние. В общем случае единичные отказы устраняются перезапуском устройства или перезаписью данных.

Устойчивые отказы сопряжены с постоянными отклонениями в функционировании устройства и могут привести даже к его физическому разрушению. Примером подобного отказа может быть «зависание» бита в устройстве памяти. Потенциально разрушительным может быть состояние, вызванное событием SEL, так как влечёт появление тока, превышающего максимально допустимое для устройства значение; если в этом состоянии не отключить питание, устройство в конечном счёте будет разрушено. Разрушительные последствия могут иметь и такие воздействия, как SEB, вызывающее выгорание стока-истока силового MOSFET, и SEGR, способное привести к выгоранию изолятора затвора силового MOSFET.

Чувствительность устройства к SEE оценивается на основе пороговых значений LET, о чём рассказывалось ранее, и величины эффективного сечения (S), соответствующей той части площади сечения устройства, которая подвергается воздействию потока частиц и чувствительна к этому воздействию. Для конкретных значений LET эффективное сечение (профиль) вычисляется по формуле:

$$S = (\text{количество единичных сбоев}) / (\text{поток частиц}).$$

Единицами измерения эффективного сечения являются см² на устройство или на бит. По его значению оценивается чувствительный объём – объём той части устройства, которая находится под влиянием излучения, вызывающего SEE. Чувствительный объём, как правило, значительно меньше общего реального объёма устройства.

Параметрический и функциональный отказы устройства являются основными видами отказов, связанных с накоплением дозы радиации. Накопление дозы до предельного значения требует определённого времени, которое соответствует среднему времени до отказа (МТТФ). Что же касается SEE, то такого рода события происходят случайно, и даже на начальной стадии САС КА при невысокой накопленной дозе и ещё большом потенциальном ресурсе такие еди-

ничные воздействия способны привести к устойчивому отказу бортовых устройств. Эффективными средствами ослабления влияния внешней радиации являются использование устройств, устойчивых к накопленной дозе радиации (устройств, отобранных с применением радиационно-термической обработки), местное экранирование устройств, экранирование блоков, оптимизация размещения электронных блоков внутри КА по критериям минимизации потоков излучения, плотности монтажа аппаратуры и т.д. Подробно методы повышения надёжности функционирования электронной аппаратуры при эксплуатации в условиях космического пространства описаны в [22-25].

Примечательно, что «горячее» резервирование устройств не является эффективным способом ослабления влияния фактора накопленной дозы, так как резервные устройства также будут деградировать. С другой стороны, последствия необратимых деструктивных явлений, вызванных SEE (пробой затворов, выгорание каналов и т.д.), могут быть устранены только переключением на резервированные устройства. И здесь очень важно, что сервисные функции DC/DC-преобразователей фирмы Integropoint позволяют организовывать резервированные системы электропитания бортовой аппаратуры. При двухканальном построении системы электропитания один канал является рабочим, а второй находится в «холодном» резерве. В этом случае источники питания выполняются автономными для каждого канала, а переключение каналов осуществляется специальным автоматом. Для питания такого автомата нужен отдельный маломощный источник, обычно трёхканальный. Возможность параллельной работы DC/DC-преобразователей фирмы Integropoint (с выходными мощностями от 65 Вт и выше) позволяет повышать надёжность аппаратуры, используя принципы резервирования отдельных модулей питания.

Вместо заключения: извечный поиск компромисса...

В настоящее время в нашей стране и за рубежом множество спутников готовится к выводу на низкие круговые орбиты 700...1500 км. Эта зона чрезвычайно привлекательна для систем связи, обслуживающих спутниковые телефоны, портативные компьютеры и т.п. Однако разработчики КА сталкиваются здесь с рядом непростых задач. Вспомним, что

низкие круговые орбиты характеризуются воздействиями со стороны протонов и электронов и отличаются чрезвычайным непостоянством условий. Например, на высоте около 700 км возможно применение компонентов со значениями предельной накопленной дозы 30 крад (Si), так что отобранные коммерческие электронные компоненты могут быть использованы в соответствующих проектах. Однако уже на высотах более 900 км такие компоненты, даже будучи защищёны экранами, могут стать непригодными из-за значительно увеличивающейся плотности потока захваченных протонов. На низких орбитах с высотами от 100 до 6000 км суммарная доза, накапливаемая ИМС за время 10-летнего полёта, лежит в диапазоне от 50 до 2000 крад (Si) — слишком широкий диапазон для выработки единого решения и слишком высокая верхняя граница для применения отобранных коммерческих компонентов без специальной защиты. Использование защитных экранов существенно снижает вероятность отказов нерадиационно-стойких компонентов, вызванных накопленной дозой, однако такое решение тоже может оказаться непригодным, но уже по другой причине: вес дополнительного экрана может стать в действительности настолько большим, что стоимость запуска превысит 1000 долларов США на одну ИМС [26].

Какие же альтернативы остаются для спутниковых систем, планируемых для орбит с высотами от 1000 и 1500 км? Конечно же, радиационно-стойкие специализированные компоненты с гарантированной работоспособностью при ПНД до 1 Мрад (Si) способны достаточно длительное время функционировать на таких орбитах, но для коммерческих спутников их стоимость может оказаться непомерно высокой. Если это так и требуются относительно недорогие решения, в принципе, они могут быть найдены на базе описанных в статье подходов к испытанию, отбору, защите, резервированию, выбору режимов функционирования и т.д. Каждое из таких решений будет своеобразным компромиссом, при выработке которого крайне важно правильно расставить приоритеты, сообразуясь с целями и задачами проекта.

В конечном счёте, наблюдаемый сейчас в мире процесс роста и расширения космического бизнеса непременно должен подтолкнуть рынок радиационно-стойких компонентов к передовым и недорогим решениям, направленным на

повышение надёжности устройств бортовой аппаратуры КА. ●

ЛИТЕРАТУРА

1. Кадель В.М. Проектирование систем и устройств вторичного электропитания радиоэлектронных средств. — М.: Радио и связь, 1990.
2. Микроэлектронные электросистемы. Применения в радиоэлектронике/Ю.И. Конев, Г.Н. Гулякович, К.П. Полянин и др.; Под ред. Ю.И. Конева. — М.: Радио и связь, 1987.
3. Ермошин В.М., Конев Ю.И., Соловьев И.Н. Системы электрооборудования автономных объектов. Устройства и системы энергетической электроники// Тезисы докладов научно-технической конференции УСЭЭ-2000. — М.: НТФ ЭНЭЛ, 2000.
4. Исаев В.М. Тенденции развития источников вторичного электропитания специального назначения. Устройства и системы энергетической электроники// Тезисы докладов научно-технической конференции УСЭЭ-2000. — М.: НТФ ЭНЭЛ, 2000.
5. Жданкин В.К. Радиационно-стойкие преобразователи напряжения для бортовой аппаратуры космических аппаратов// Электронные компоненты. — 2004. — № 12.
6. Жданкин В.К. Вторичные источники электропитания фирмы Interpoint// Современные технологии автоматизации. — 1997. — № 4.
7. Жданкин В.К. Перспективные изделия энергетической электроники фирмы Interpoint// Электрическое питание. — 2004. — № 3.
8. Gamma Total Dose Radiation Performance of Isolink Optocouplers. Application Note 1003. — Isolink.
9. Robert Reed, Kenneth LaBel, Hak Kim, Henning Leidecker, Jim Lohr. Test Report of Proton and Neutron Exposures of Devices that Utilize Optical Components and Contained in the CIRS Instrument. — Greenbelt, (Maryland) NASA/Goddard Space Flight Center. — № 20771.
10. Robert Reed, Stephen Buchner. Guideline for Ground Radiation Testing and Using Optocouplers in the Space Radiation Environment. — NASA/Goddard Space Flight Center, 2002, March 28.
11. Jay A. Kuehny. Interpoint Converter Radiation Issues: Proton Displacement Damage. — Interpoint, November 20, 1997.
12. Kenneth A. LaBel, Richard K. Barry, Karen Castell, Hak S. Kim, Christina M. Seidleck. Implications of Single Event Effect Characterization of Hybrid DC-DC Converters and a Solid State Power Controller. — NASA/GSFC, Hughes/ST Systems Corp., 1994.

13. Radiation Report on SMEX Common Buy Part No. MTO2815T/ES. — NASA/GSFC, July 1, 1991. PPM-91-438
14. Radiation Reports on HST/PCP Part No. MFL2805S/MFL2812S/MFL2815S. — NASA/GSFC, February 1995.
15. Keneth A. LaBel, Christina Seidleck. Single Event Effect Test Report for GSFC Test Trip to BNL. Version 1.0. — NASA/GSFC, November 9-12, 1994.
16. Sahu K. Radiation report on MHF2812D and MHF2805S. — NASA/GSFC, April 8, 1996. PPM-96-004.
17. Попов В.Д. Пострадиационный эффект в ИС. Неразрушающий контроль качества ИС// Электроника: Наука, Технология, Бизнес. — 2002. — № 4. — С. 36-39.
18. Sahu K. Radiation Report on MHV2803R3. — NASA/GSFC, August 27, 1997. PPM-97-037
19. Sahu K., Kniffin S. Radiation Report on MTR2805SF (Interpoint), (LDC9828). — NASA/GSFC. PPM-98-030.
20. Sahu K., Kniffin S. Radiation Report on MTR2815SF (Interpoint) (LDC9830). — NASA/GSFC. PPM-98-031.
21. MIL-STD-883F Test Method Standard Microcircuits. — USA: Department of Defense, 18 June 2004.
22. Гобчанский О., Попов В., Николаев Ю. Повышение радиационной стойкости промышленных средств автоматики в составе бортовой аппаратуры// Современные технологии автоматизации. — 2001. — № 4.
23. Keneth A. LaBel, Michele M. Gates, Amy K. Moran, Paul W. Marshall, Janet Barth, E.G. Stassinopoulos, Christina M. Seidleck, Cheryl J. Dale. Commercial Microelectronics Technologies for Applications in the Satellite Radiation Environment. — NASA/GSFC, 1992.
24. Гляненко А., Архангельский А. Применение модуля MicroPC в аппаратуре ABC-Ф на борту спутника «КОРОНАС-Ф»// Современные технологии автоматизации. — 2004. — № 3.
25. Фатеев В., Лебедев Д., Фарафонов А., Гришин Ф. Применение средств промышленной автоматизации в бортовой аппаратуре малых космических аппаратов// Современные технологии автоматизации. — 2004. — № 3.
26. Joseph M. Benedetto. Economy-Class Ion-Defying ICs in Orbit// IEEE Spectrum. — 1998 March. — Volume 35. — No 3.

**В.К. Жданкин —
сотрудник фирмы ПРОСОФТ
119313 Москва, а/я 81
Телефон: (095) 234-0636
Факс: (095) 234-0640
E-mail: victor@prosoft.ru**



OCTAGON SYSTEMS®

ЗНАК СИЛЫ. OCTAGON



ВЫСОКОНАДЁЖНЫЕ МОДУЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ MicroPC



- x86 совместимые процессорные платы производительностью до Pentium III
- широкий выбор периферийных плат для промышленных применений
- поддержка Windows CE, QNX, Linux
- простота обслуживания
- удары до 20g
- вибрация до 5g
- -40...+85°C



Константин Кругляк

Octagon Systems: достижение совершенства

Вниманию разработчиков ответственных систем предлагается статья о новых серийных изделиях компании Octagon Systems. Продукция Octagon Systems широко известна на мировом рынке благодаря ее широкому использованию в промышленной автоматизации, авионике, бортовых и специальных системах. Компания не останавливается на достигнутом и предлагает решения для задач 21 века.

Компания Octagon Systems — один из ведущих мировых производителей вычислительных платформ для жёстких условий эксплуатации — представила за последнее время целый ряд новых изделий. Многие новинки явились не просто очередным расширением номенклатуры, но ключевыми устройствами, значительно расширяющими возможности системных интеграторов и разработчиков встраиваемых систем. К таковым следует отнести высокопроизводительные процессорные платы в форматах MicroPC и EBX, серию комплектов разработчика для различных операционных систем и, наконец, изделия в совершенно новом форм-факторе EPIC. Мини-модули XBLOK не претендуют на концептуальность, но будут очень кстати во многих бюджетных проектах. Так или иначе, но все новые устройства явились ответом на актуальные требования рынка и основных потребителей продукции Octagon Systems — системных интеграторов и разработчиков систем автоматизации для ответственных приложений. Именно в таком ракурсе и будут рассмотрены новинки Octagon Systems в этом обзоре.

Как и прежде, все новые платы Octagon Systems соответствуют наиболее жёстким эксплуатационным критериям, выдерживая в рабочем состоянии колебания температуры от -40 до 85°C , высоту до 10 километров, одиночные удары до 40g и вибрацию до 5g.

Такая выносливость позволяет использовать системы на базе одноплатных компьютеров Octagon Systems на всех видах транспорта, в бортовых комплексах, в цеховых условиях и в необслуживаемых системах, работающих на открытом воздухе.

PC-770 — чемпион по версии EBX

Одна из наиболее успешных линеек продукции Octagon Systems — одноплатные компьютеры в формате EBX — давно применяется в России на транспорте и в других приложениях с жёсткими условиями эксплуатации. Заслуженную популярность платам PC-325D, PC-500, PC-510, PC-680 обеспечивает уникальная комбинация качеств. Прежде всего это упомянутая во вступлении стойкость к неблагоприятным внешним воздействиям. Функциональности этих миниатюрных изделий могут позавидовать многие большие компьютеры, а значит, разработчики встраиваемых систем могут экономить на платах расширения и габаритных размерах изделия. И, конечно, это непревзойденная надёжность изделий Octagon Systems, обеспеченная рядом проверенных технических решений и многолетним опытом производства компонентов для систем автоматизации высокой ответственности. Среднее время наработки на отказ для основных изделий Octagon Systems составляет не менее 10 лет (в соответствии с методикой расчета MIL-HDBK-217F), все изделия на этапе проектирования и испытаний проходят жёсткий ресурсный и отбраковочный контроль по схеме HALT/HASS.

Форм-фактор EBX (сокращение от слов «встраиваемые расширяемые компьютеры») с линейными размерами 5,75×8,0 дюймов (146×203 мм) был разработан компаниями Ampro и Motorola в середине 90-х годов прошлого века. После опубликования первой версии спецификации стандарт быстро приобрел популярность.

Форм-фактор EBX (сокращение от слов «встраиваемые расширяемые компьютеры») с линейными размерами 5,75×8,0 дюймов (146×203 мм) был разработан компаниями Ampro и Motorola в середине 90-х годов прошлого века. После опубликования первой версии спецификации стандарт быстро приобрел популярность.



Рис. 1. Внешний вид PC-770

рёл много сторонников. На сегодняшний день EBX вместе с PC/104 являются единственными широко признанными стандартами в области встраиваемых систем. Компактность в платах формата EBX сочетается с достаточной площадью для размещения всех компонентов и интерфейсов стандартного персонального компьютера: процессора, разъёма для установки модулей ОЗУ DIMM или SODIMM (как вариант — напаянная память), разъёма для установки модуля флэш-памяти CompactFlash или DiskOnChip, USB, последовательных и параллельных портов, сетевого интерфейса Ethernet, видеосистемы с поддержкой ЭЛТ, ЖК-панелей и ТВ-выхода. Кроме этого, площадь печатной платы позволяет разработчикам устанавливать дополнительные компоненты. Наиболее распространёнными расширениями в системах промышленной автоматизации являются микросхемы, реализующие функции дискретного и аналогового ввода-вывода. Обязательным атрибутом плат EBX является разъём расширения PC/104-Plus, позволяющий наращивать функциональность системы простым добавлением модулей «с полки».

Для удовлетворения требований большинства встраиваемых систем одноплатным компьютерам было достаточно процессоров с невысокой производительностью — Intel Mobile Pentium 166 МГц или AMD Geode 300 МГц. Да и производители микросхем в прошлые годы не могли предложить иного адекватного решения — более мощные процессоры требовали интенсивного охлаждения и не могли применяться в условиях ограниченного пространства. Однако возрастающая степень сложности прикладных задач привела к выходу аппаратных платформ на новый уровень вычислительной мощности. В результате появился ряд однокристалльных решений компаний VIA, Transmeta и других. Наиболее привлекательное решение предложил, разумеется, мировой лидер в области производства микропроцессоров — компания Intel. Эта корпорация последние годы уделяет очень большое внимание рынку встраиваемых систем, предлагая разработчикам разнообразные решения с высокой мощностью, малым энергопотреблением и, самое главное, длительной доступностью.

Инженеры Octagon Systems применили в новом одноплатном компьютере PC-770 (рис. 1) процессор и набор сис-

темной логики именно от Intel. Если быть более точным — не процессор, а процессоры. PC-770 поставляется как с высокопроизводительными процессорами LV Pentium III с тактовой частотой 800 и 933 (для OEM-проектов) МГц, так и с их более дешёвыми и более экономичными аналогами ULV Celeron® с тактовой частотой 400 и 650 МГц. Схемотехника и комплектация самой платы при этом остаётся неизменной, что позволяет разработчикам варьировать выбор аппаратной платформы в зависимости от требуемого в проекте соотношения «цена-производительность».

Эта линейка процессоров представляет особенный интерес для встраиваемых приложений, поскольку современная технология производства и пониженное рабочее напряжение питания обеспечивают ULV Celeron® исключительно благоприятное сочетание стоимости, энергопотребления и производительности. Так, процессор с тактовой частотой 400 МГц потребляет не более 4,2 Вт, а чип с частотой 650 МГц — не более 8,3 Вт. Встроенный кэш 2 уровня 256 кбайт и отработанная технология 0,13 микрон позволяют строить на базе процессоров ULV Celeron® недорогие платы для широкого применения.

Во всех моделях PC-770 применён набор системной логики Intel i815E, характеризующийся встроенной поддержкой большого набора интерфейсов, в том числе нескольких видеостандартов. К PC-770 напрямую может быть подключён монитор со стандартным аналоговым интерфейсом, но этим возможности чипсета не исчерпываются...

ВИДЕОСИСТЕМА — ВСТРЕЧАЙТЕ DVI

Требования к интерфейсу оператора в системах промышленной автоматизации растут из года в год. Особенное значение приобретает поддержка плоских панелей с высоким разрешением, поскольку цены на них уже снизились до экономически оправданного уровня, а характеристики практически не уступают ЭЛТ. Традиционный вариант интеграции, подразумевающий управление плоской панелью по аналоговому интерфейсу VGA, уже не удовлетворяет ни разработчиков, ни заказчиков. Двойное преобразование видеосигнала гарантирует невысокое качество картинки, а сами преобразователи повышают цену изделия и увеличивают его размеры.

Благодаря встроенным в набор системной логики Intel i815E графическим

функциям PC-770 предлагает разработчикам новейшие технологии в виде поддержки интерфейса DVI/DVO. Цифровой видеointерфейс DVI — новый открытый промышленный стандарт — был предложен компанией Intel совместно с другими основными производителями аппаратных средств в рамках рабочей группы DDWG. Этот стандарт призван реализовать высокоэффективный интерфейс для цифровых дисплеев с высоким качеством изображения и заменить в будущем аналоговые технологии. В основе интерфейса лежит технология TMDST (Transition Minimized Differential Signaling), которая уже широко применяется в плоскочастотных дисплеях, мониторах с ЭЛТ и проекторах. DVI был поддержан практически всеми ведущими промышленными компаниями, производящими микросхемы (Chrontel, Silicon Image, Texas Instruments), разъёмы (Foxconn, JAE, Molex), мониторы и компьютеры (Dell, Fujitsu, IBM, ViewSonic).

Важно подчеркнуть, что DVI не отменяет традиционного VGA-интерфейса, а мирно с ним сосуществует. Разработчикам не нужно немедленно переходить на новую технику — всё будет происходить эволюционно.

PC-770 обеспечивает как для ЭЛТ, так и для плоских панелей разрешение от CGA до XVGA (1280×1024 пиксела). Традиционные VGA-мониторы подключаются стандартным 12-контактным кабелем к разъёму J14. Подключение совместимого с DVI монитора возможно через переходную плату с номером заказа 2464, монтируемую аналогично стандартным платам расширения PC/104. Такое исполнение обусловлено чисто конструктивными причинами: по шине PC/104 плата получает только питание номинала +5 В. Наличие на плате преобразователя постоянного напряжения позволяет подключать к ней плоские панели также и с питанием +3,3 В.

Поддерживаемые разрешения 640×480, 600×800, 1024×768 обеспечивает система видеоBIOS, прошитая в установленную на плате микросхему ППЗУ с последовательным доступом. Прошивки для нестандартных разрешений поддерживаются по запросу.

ПОРТЫ ВВОДА-ВЫВОДА — БЕЗОПАСНОСТЬ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

Для выполнения своей задачи в общей системе автоматизации процес-

сорной плате необходимо не только иметь адекватную вычислительную мощность и видеоинтерфейс, но и широкие возможности по обмену данными с «окружающим миром». Как правило, этот мир делится на две части — подчинённые устройства и верхний уровень.

Для устройств связи с объектом, с которых вычислительная система снимает данные и/или выдаёт команды управления, стандартным видом связи является последовательный канал RS-232. Этот стандарт настолько хорошо известен, что останавливаться на нём нет смысла. Однако для его эффективного применения в промышленных условиях реализации базового варианта, как правило, недостаточно, поскольку помимо достоинств RS-232 обладает и хорошо известными проблемами. В их числе малая дальность связи, неустойчивость к помехам и схема «точка-точка», позволяющая подключить к одному порту не более одного оконечного устройства.

Ответом на эти ограничения являются расширения RS-232 — RS-422 и RS-485. Оба стандарта позволяют осуществлять надёжную связь на большие (до 1 километра) расстояния, а

RS-485 — ещё и подключать к одному порту большое количество устройств. РС-770 имеет 4 последовательных порта и поддерживает указанные расширения для портов COM3 и COM4. Все порты имеют буферы FIFO 16 байт, что позволяет оптимизировать обмен данными и гарантирует надёжную доставку информации.

Возможно, самой важной особенностью реализации COM-портов в РС-770 является наличие защиты от электростатических разрядов. Как правило, линии связи в реальных системах не бывают 100% защищены от помех и наводок, в результате которых могут не только искажаться данные, но, что значительно важнее, могут выходить из строя чувствительные контуры вычислительных систем. Такая ситуация абсолютно неприемлема для систем с высокой ответственностью, поэтому РС-770 обеспечивает устойчивую работу при воздействии электростатических разрядов по МЭК1000-4-2 (ГОСТ 12191-9) — контактного разряда до ± 4 кВ и воздушного разряда до ± 8 кВ. Кроме того, все порты имеют защиту от попадания на плату питающих напряжений от внешних устройств (backdrive protection).

При использовании платы без внешнего монитора COM1 может применяться в качестве консольного порта. Благодаря этому значительно упрощается отладка и настройка устройства «в поле» с помощью обычного ноутбука.

Даже такой привычный интерфейс, как LPT-порт, имеет в РС-770 дополнительные функции. Его можно использовать в качестве дополнительного порта ввода-вывода на 17 индивидуально программируемых линий, управлять 4-строчным дисплеем или использовать в качестве интерфейса матричной клавиатуры 4x4. Для встраиваемых систем, где на счету каждый канал связи, такой «бонус» может быть решающим аргументом в выборе аппаратной платформы.

Помимо традиционных последовательных и параллельных интерфейсов, в РС-770 имеются 4 порта USB версии 1.1 и два порта Fast Ethernet. Большое количество портов USB позволяет подключать к системе разнообразные периферийные устройства, работающие по технологии plug-and-play. Наличие двух сетевых портов даёт возможность строить систему с резервированными каналами связи или использовать РС-770 в качестве моста между двумя независимыми сетями.

И ещё одна возможность, уже совершенно нетрадиционная для обычных персональных компьютеров, — порт дискретного ввода-вывода на 24 канала. Каналы сгруппированы по 8 линий, каждая из которых может быть запрограммирована на вход или на выход с уровнями 0-5 В и токами до 15 мА. Для каждой из выходных линий можно программно прочитать состояние выхода. Применение порта дискретного ввода-вывода — считывание состояния переключателей, управление лампочками и светодиодами и другими устройствами с TTL-логикой. С помощью МРВ-панелей с модулями преобразователей система может управлять нагрузками постоянного и переменного тока вплоть до 240 В @ 3 А.

Надёжность, надёжность и ещё раз надёжность

Практически все приложения, где традиционно применяются одноплатные компьютеры Octagon Systems, относятся к зоне повышенной ответственности. Транспорт, управление сложными технологическими процессами, авионика требуют сведения риска к минимуму. Поэтому в РС-770 так

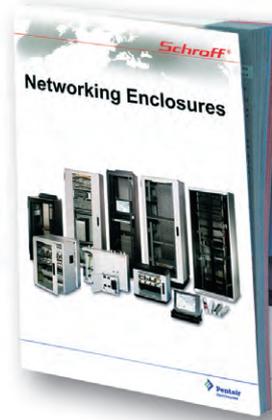
Schroff®

VARISTAR

ONE SYSTEM FOR ALL SOLUTIONS.

Вы строите сети?
Мы можем помочь!

Закажите
БЕСПЛАТНЫЙ каталог Schroff
по факсу (095) 234-0640







#86

много «мелочей», отвечающих за надёжность и безотказность платы.

Помимо упомянутой ранее защиты коммуникационных портов, здесь следует сказать о датчике температуры. Этот индикатор (DS1775) установлен на плате в удалении от процессора и измеряет температуру окружающей среды. Программные установки верхнего и нижнего предела измерений температуры позволяют управлять системой охлаждения процессора и подавать тревожные сигналы в систему управления верхнего уровня. Это позволяет многократно повысить надёжность системы в целом и её предсказуемость в экстремальных условиях окружающей среды.

Сторожевой таймер — неперемная составляющая систем высокой ответственности, обеспечивающая страховку от «зависания» программного обеспечения. В PC-770 реализован программируемый сторожевой таймер с интервалом срабатывания от 4 до 64 секунд. Если инициализированный сторожевой таймер не получает подтверждения в течение установленного времени, происходит сброс системы. Важно подчеркнуть, что происходит именно полный аппаратный сброс, как после включения/выключения питания. Аналогичный эффект имеет нажатие кнопки RESET или срабатывание супервизора при падении входного напряжения ниже номинала.

Как и большинство IBM PC совместимых компьютеров, PC-770 имеет часы реального времени с батарейной поддержкой (требуется подключение внешнего источника через соединитель J5), позволяющей не терять временные установки в выключенном состоянии. Однако в отличие от большинства стандартных ПК в PC-770 от наличия батарейки не зависит сохранность установок BIOS SETUP. Это очень важно, поскольку литиевые батарейки являются наиболее слабым звеном в любом персональном компьютере. При выходе батарейки из строя и потере данных CMOS их восстановление без монитора и клавиатуры — хлопотное дело. В PC-770 данные BIOS SETUP хранятся в ППЗУ с последовательным доступом, гарантируя корректную загрузку платы в любых ситуациях. Дополнительно к данным BIOS SETUP в микросхеме имеются 1024 байта, которые доступны для хранения наиболее важной пользовательской информации. Такая энергонезависимая память позволяет, например,

хранить данные о сбоях или об иных критически важных событиях.

При каждом запуске или аппаратном сбросе в PC-770 выполняется диагностический тест, в процессе которого проверяется функционирование наиболее важных аппаратных компонентов компьютера. При выявлении каких-либо проблем осуществляется светодиодная и звуковая сигнализация. Благодаря этому обслуживающий персонал может сразу получить информацию о природе возникающих сбоев и своевременно принять меры по исправлению ситуации.

Широкая функциональная оснащённость процессорной платы дополняется возможностью установки непосредственно на PC-770 стандартных модулей расширения в формате PC/104 и PC/104-Plus. Может быть установлено до четырёх модулей различного назначения.

УРА, EPIC!

Перечень форм-факторов для встраиваемых систем пополнился еще одним. Ведущие игроки на рынке одноплатных компьютеров — компании Ampro, MicroSys, Octagon Systems, VersaLogic и WinSystems — создали рабочую группу

для продвижения нового стандарта. Целью EPIC™ (Embedded Platform for Industrial Computing) является увеличение отдачи от инвестиций в новые разработки и обеспечение совместимости с новыми процессорами и чипсетами.

Разработка EPIC была призвана, с одной стороны, заполнить нишу в стандартных форматах (между PC/104 и EBX), а с другой — перекинуть мостик к новым поколениям вычислительных платформ для встраиваемых систем.

В настоящий момент признанными стандартами в области встраиваемых систем являются PC/104 (PC/104-Plus, PCI/104) с размерами 90×96 мм и EBX — 146×203 мм. За последние 10 лет многие производители пытались внедрить стандарт, попадающий в эту «вилку», однако эти предложения так и не вышли за рамки частнофирменных продуктов. На этот раз у разработчиков появился шанс создать действительно перспективное решение, которое обеспечит стабильность на годы вперед.

Плата EPIC имеет размер 115×165 мм, подходящий к широкому спектру задач, для которых использование EBX невозможно по конструктивным ограничениям, а PC/104-Plus — по

PC/104 ГРАНИ СОВЕРШЕНСТВА



Лучшие компоненты для бортовых систем:

- процессорные платы EBX и PC/104
- платы ввода-вывода
- источники питания и ИБП
- корпуса

#221

Официальный дистрибьютор —
компания ПРОСОФТ
(095) 234-06-36 • www.prosoft.ru

DIAMOND SYSTEMS
CORPORATION

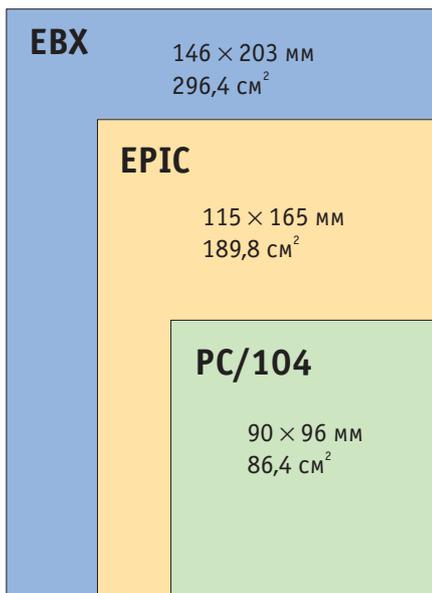


Рис. 2. Сравнительные размеры стандартных форм-факторов

экономическим и надёжным, поскольку требует установки большого количества плат расширения. Сравнительные размеры плат PC/104, EBX, EPIC приведены на рис. 2.

Новый форм-фактор позволяет решить проблему разработки встраиваемых систем с использованием новейших процессоров и наборов системной логики, которым тесно в рамках PC/104. Особенно очевидно это обстоятельство в тех случаях, когда на плате, кроме вычислительных компонентов, требуется разместить ещё систему ввода-вывода и соответствующие соединители.

Спецификация EPIC определяет размеры платы, расположение монтажных отверстий и основных зон (рис. 3):

- 1) зона расположения процессора;
- 2) зона для установки плат расширения PC/104 или PC/104-Plus;
- 3) зоны ввода-вывода.

Предусмотрены четыре зоны для размещения соединителей. Важно отметить, что в этих зонах достаточно места для установки традиционных промышленных соединителей с вертикальным расположением контактов, обеспечивающих надёжное соединение в условиях повышенных механических нагрузок. На платах с более компактными типоразмерами приходится устанавливать миниатюрные разъёмы, которые экономят место, но дают очевидный проигрыш по надёжности всей системы в целом.

Стратегическое преимущество EPIC перед более компактными форматами

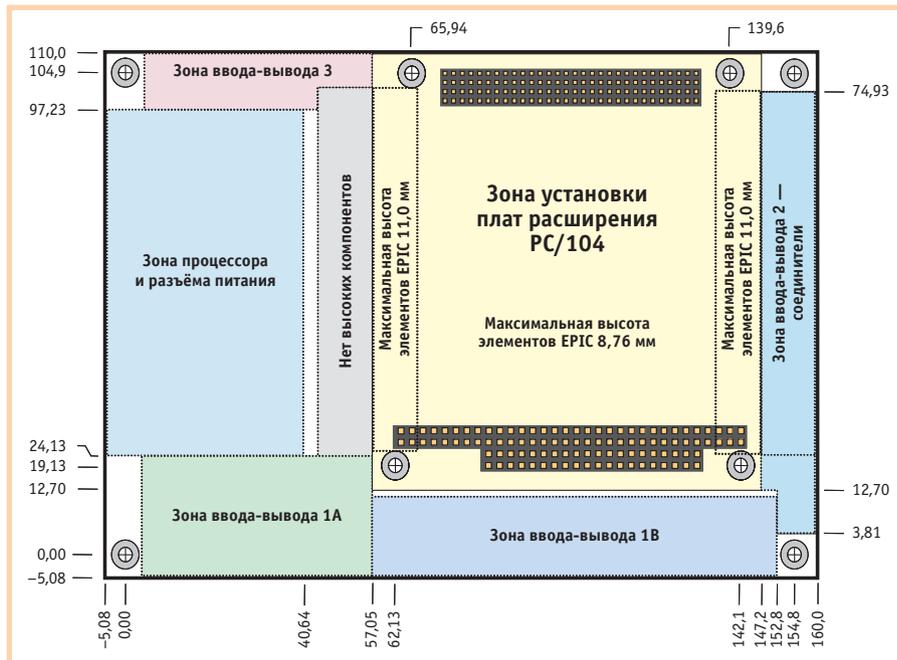


Рис. 3. Расположение компонентов на плате стандарта EPIC

состоит также и в том, что место расположения процессора находится вне зоны установки плат расширения PC/104. Тем самым снимается множество вопросов – от конструктивных до проблем с отводом излишнего тепла. А главное – разработчики получают гарантии конструктивной совместимости своих нынешних изделий с перспективными проектами, основанными на более мощных процессорах.

Поддержание температурного режима во встраиваемых системах – вопрос номер один по степени важности в большинстве ответственных приложений. Чем выше производительность вычислительного ядра, тем сложнее эту задачу решить. Сейчас, когда на повестке дня стоят процессоры с тактовой частотой 1 ГГц и выше, применение чисто стековой организации PC/104 становится всё более проблематичным. В том случае, если процессор находится внутри стека PC/104, отвод тепла представляет собой трудную задачу. Даже самый простой способ – установка мощного радиатора с вентилятором или без него – является сложным решением в силу необходимости экономить место в стеке. В случае с EPIC высота системы охлаждения не является критичным фактором, по-

скольку она располагается в стороне от плат расширения.

Обслуживание систем на базе EPIC также обещает быть более «дружелюбным». Размещение DIP-переключателей вне зоны PC/104 позволяет настраивать готовые комплексы, не проводя полной разборки системы.

Не следует представлять дело таким образом, что новый форм-фактор выступит «могилишком» стандартов PC/104 и PC/104-Plus. Как раз напротив – активное внедрение EPIC в практику разработки встраиваемых систем гарантирует стабильный спрос на платы расширения традиционных форматов. EPIC, как и его предшественники, является открытым стандартом, его спецификация доступна на сайте www.epic-sbc.org. Платы в формате EPIC уже выпущены на рынок несколькими компаниями, и ожидается широкое их применение в таких облас-



Рис. 4. Внешний вид XE-800



Рис. 5. Внешний вид XE-900

тах, как контрольно-измерительное оборудование, медицинские системы, телекоммуникации, транспорт, производство полупроводников, робототехника, военные системы.

Компания Octagon Systems уже предложила системным интеграторам две платформы в формате EPIC — XE-800 (рис. 4) и XE-900. Первая создана на базе процессора AMD Geode GX1 с рабочей частотой процессора 300 МГц и популярного чипсета CS5530A. Набор интерфейсов достаточно широк для реализации самых сложных задач. Два последовательных порта поддержива-

ют стандартный RS-232, RS-422 («точка-точка» на расстоянии более 1000 метров) и RS-485, позволяющий XE-800 работать в составе распределённых многоточечных сетей. Порты снабжены буфером FIFO и защитой от электростатических помех. Кроме того, COM1 может быть использован в качестве консоли. Наличие ше-

сти портов USB гарантирует подключение разнообразных современных периферийных устройств. Четыре порта из шести поддерживают спецификацию USB 2.0, позволяя вести информационный обмен с общей скоростью почти 2 Гбит/с. Важно отметить, что в XE-800 высокопроизводительные интерфейсы поддержаны и на системном уровне — функциональность платы может наращиваться модулями не только с 16-битовой шиной ISA, но и с полноценной 32-битовой шиной PCI. XE-800 имеет стандартный соединитель сетевого интерфейса Ethernet 10/100 Мбит/с.

Повышенную надёжность платы обеспечивают сторожевой таймер, возможность использования твердотельных дисков CompactFlash и ППЗУ с последовательным доступом.

К плате могут быть подключены до 48 дискретных линий, индивидуально программируемых на ввод или на вывод.

Видеоинтерфейс XE-800 поддерживает как ЭЛТ-мониторы, так и плоские панели TFT с разрешением до 1280×1024.

Более производительная платформа XE-900 (рис. 5) базируется на процессоре VIA Eden, о котором более подробно рассказывается в следующем разделе. Рабочая частота процессора 1 ГГц позволяет системным интеграторам возлагать на систему более сложные вычислительные задачи. В то же время разработчики гарантируют полную функциональность платы в промышленном диапазоне температур. Плата соответствует спецификациям управления питанием ACPI 2.0 и PCI 1.2, что обеспечивает поддержание высокой степени готовности в самых сложных условиях эксплуатации.

Более высокая производительность XE-900 поддержана адекватной видео-



ЧЁТКО БЕЗОПАСНО ЯСНО

Электр люминесцентные и ЖК-дисплеи Planar®

Идеальное решение для отображения данных в медицине, промышленной автоматизации, на транспорте, в военных системах, информационных киосках



#151

PROSOFT®

МОСКВА Тел.: (095) 234-0636 ● Факс: (095) 234-0640 ● info@prosoft.ru ● www.prosoft.ru
С.-ПЕТЕРБУРГ Тел.: (812) 325-3790 ● Факс: (812) 325-3791 ● root@spb.prosoft.ru ● www.prosoft.ru
ЕКАТЕРИНБУРГ Тел./факс: (343) 376-2820/376-2830 ● info@prosoftsystems.ru ● www.prosoftsystems.ru

системой с разрешением до 1920×1440 пикселей. Благодаря этому на XE-900, помимо вычислительных функций, могут быть возложены и задачи отображения динамической графики в реальном масштабе времени.

Другой важной особенностью новинки является поддержка загрузки с USB-накопителей. Для встраиваемых систем это представляет особую ценность, поскольку интерфейс USB 2.0 обеспечивает высокую скорость обмена данными и быстрый рестарт устройства при перезагрузке. Реализация на базе XE-900 встраиваемых систем с высокой степенью готовности может быть обеспечена, например, применением флэш-дисков компании M-Systems серии uDOC. Эти накопители отличаются большим объемом, компактностью, работоспособностью в промышленном температурном диапазоне и низкой ценой.

ГИГАГЕРЦ — НЕ ВОПРОС

Как хорошо известно любому из нас, за все нужно платить, и, как правило, не только и не столько деньгами. В приложении к разработке встраиваемых систем это житейское правило гласит: чем более производительным

является процессор, тем больше он потребляет энергии и тем дороже сделанная на его базе конечная система. Высокое энергопотребление, в свою очередь, требует сложной системы охлаждения с применением механических движущихся компонентов (вентиляторов), которые становятся наиболее уязвимым звеном прибора в целом. Так или иначе, до недавнего времени о применении высокопроизводительных процессоров в классических системах промышленной автоматизации просто не могло быть и речи.

Однако компании VIA, широко известной на рынке компонентов для офисных IBM PC совместимых компьютеров, удалось сделать практически невозможное. Новая серия процессоров VIA Eden, выполненных по технологии 0,13 микрон, при тактовых частотах 600 МГц...1 ГГц потребляет 6-7 Вт, то есть может использоваться без активного охлаждения. Среди других примечательных для встраиваемых систем свойств новых кристаллов следует отметить:

- полную x86-совместимость,
- поддержку MMX и 3DNow,
- совместимость с операционными системами Microsoft Windows и Linux,

- поддержку нового поколения технологии аппаратного шифрования по стандарту AES — PadLock Security,
- поддержку ЭЛТ-мониторов, TFT- и DSTN-панелей и DVI-интерфейса.

Компания Octagon Systems применила процессоры VIA Eden в двух новых разработках, которые должны будут появиться на рынке к моменту выхода этой статьи в свет. Это процессорная плата XE-900 в формате EPIC и 5090 в формате MicroPC.

Плата 5090 позволит системным интеграторам, работающим с форматом MicroPC, реализовывать проекты, связанные с обработкой больших объемов информации в реальном времени. Высокая вычислительная мощность процессорной платы позволит управлять большим количеством периферийных модулей, обрабатывать более сложные технологические алгоритмы. Поддержка ЭЛТ-мониторов и плоских панелей с разрешением 1280×1024 точки позволяет создавать операторский интерфейс любой степени сложности, а подключение к линии Gigabit Ethernet — обмениваться полученной информацией с верхним уровнем автоматизации в реальном масштабе времени. Для платы 5090 инженерам Octagon Systems



Вы ещё не всё знаете!

VIPA®
art of automation



Программируемые логические контроллеры VIPA

- Совместимость по системе команд со STEP 7
- Четыре аппаратные платформы различной производительности
- Единая для всех платформ система программирования
- Поддержка промышленных сетей PROFIBUS-DP, DeviceNet, CANopen, ModBus, Ethernet TCP/IP
- Метрологический сертификат Госстандарта России
- Срок гарантии 2 года

Закажите БЕСПЛАТНЫЙ CD-ROM с подробной информацией о продукции VIPA по факсу: (095) 234-0640 или на сайте: www.prosoft.ru



#283

PROSOFT®

МОСКВА Телефон: (095) 234-0636 • Факс: (095) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
С.-ПЕТЕРБУРГ Телефон: (812) 325-3790 • Факс: (812) 325-3791 • E-mail: root@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
ЕКАТЕРИНБУРГ Телефон/факс: (343) 376-2820/2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru

пришлось проделать большую работу по конструктивной адаптации высокопроизводительного процессора к существующим каркасам. В результате — полная совместимость 5090 с существующими каркасами серий 520х и 527х и оригинальная система теплоотвода выделяемой мощности процессора на корпус.

На каких «китах» стоит система ?

Когда употребляется термин «ответственное приложение», то в первую очередь думают о надёжной аппаратуре, а о программном обеспечении, как правило, вспоминают потом. Однако на практике отказ ПО выливается в значительно более серьёзную проблему. Неисправный блок можно быстро заменить исправным из ЗИПа, а что делать с программой, которая не работает или работает не так, как требуют технические условия? Реинжиниринг программного обеспечения может затянуться на месяцы и поставить под угрозу проект в целом.

Каким образом обеспечить надёжность и стабильность программной составляющей системы? Компания Octagon Systems предлагает использовать опыт своих инженеров, реализованный в виде комплектов разработчика. Такие комплекты объединяют в единое целое аппаратную часть и операционную систему, позволяя разработчикам экономить время и силы на начальном, самом важном этапе разработки. Для создания макетного образца прибора или прототипа системы автоматизации временной фактор всегда является наиболее критичным. Возможность сразу приступить к реализации технологических алгоритмов, минуя фазу кропотливой интеграции аппаратуры и системного программного обеспечения, очень важна. Именно это и обеспечивают Embedder™ Kits ком-

пании Octagon Systems — в комплект поставки помимо процессорной платы входит полный набор кабелей, принадлежностей и, самое главное, предустановленная операционная система с полным набором драйверов, поддерживающих не только стандартные функции IBM PC совместимого компьютера, но и специальные аппаратные «фишки»: сторожевой таймер, дискретный ввод-вывод и т.д. (рис. 6).

Драйверы и образ встроенной ОС в целом проходят тщательное тестирование в Octagon Systems. При самостоятельной интеграции разработчикам редко удаётся провести столь подробные испытания, и при дальнейшем развертывании прикладной системы всегда остаётся риск вернуться на шаг, а то и на два назад. Такие «откаты» фатально сказываются на сроках разработки и вывода продукции на рынок. Наличие готового пакета поддержки аппаратной платформы (BSP) очень существенно при выборе компонентов для нового проекта. Octagon Systems предлагает широкий выбор BSP для ряда операционных систем и аппаратных платформ (табл. 1).

Возможность выбора операционной системы играет очень важную роль для системных интеграторов, поскольку для различных прикладных задач требования к системному программному обеспечению серьёзно варьируются. Например, для ответственных приложений реального времени (особенно в военных заказах), как правило, нет альтернативы QNX. Эта ОС обладает наиболее развитыми средствами обеспечения гарантированного времени реакции на возникающие события и обширным инструментарием для разработки надёжных приложений. Более 20 лет функционирования в тысячах инсталляций по всему миру создают QNX безупречную репутацию, с которой навряд ли может поспорить любая



Рис. 6. Комплект поставки Embedder™ Kit Octagon Systems

другая ОС. Признанием этого факта является активное проникновение QNX в автомобильную технику, где вопросы безопасности (по крайней мере, на западном рынке) всегда стояли на первом месте.

Для коммерческих проектов, где наиболее важным фактором является скорость получения конечного результата, естественным выбором становятся ОС из семейства Microsoft Windows Embedded. Ключевым фактором здесь является возможность привлечения к разработке широкого круга программистов с опытом работы под Windows. Знакомый API, привычный инструментарий позволяют быстро развернуть проект и довести его до логического конца. Возможность выбора между ОС реального времени Windows CE .NET и полнофункциональной Windows XP Embedded создаёт дополнительные стимулы для использования платформы Microsoft, позволяя охватить широкий круг приложений, от систем промышленной автоматизации до игровых автоматов и мультимедийных центров.

Для встраиваемых систем, ориентированных на потребительский рынок, всегда критична цена. Даже лишние \$10-15 за лицензию (на каждое устройство!) могут сделать результат непри-

Таблица 1

Комплекты разработчика для одноплатных компьютеров Octagon Systems

Плата	Linux	Windows CE .NET	Windows XPe	QNX	ROM-DOS
2050	6094	6166	На заказ	6165	6219
2060	6472	—	На заказ	6473	6474
5070	6180	6166	На заказ	6179	6242
PC-600	6285	6283	На заказ	6284	На заказ
PC-620	6324	6326	На заказ	6325	На заказ
PC-680	6252	—	На заказ	—	На заказ
PC-770	6435	—	На заказ	—	На заказ
XE-800	6547	Скоро	На заказ	6546	На заказ
XE-900	6666	Скоро	На заказ	6667	На заказ

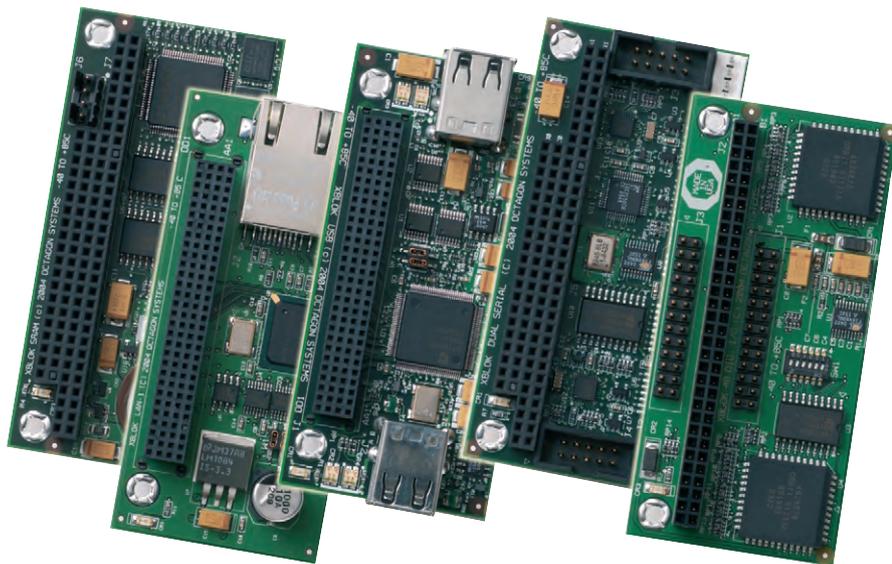


Рис. 7. Внешний вид модулей серии XBLOK™

емлемым, с точки зрения рынка. В этом случае на помощь приходит ОС Linux, являющаяся абсолютно бесплатной. Вторым «козырем» Linux является полностью открытый исходный код. Это означает, что разработчик может обеспечить любые требуемые особенности поведения ОС, оптимизируя низкоуровневый код с учётом требований прикладной задачи.

Для коллективов, имеющих большие программные наработки на «старой доброй» DOS, переход на ОС нового поколения зачастую неприемлем и экономически не оправдан. Для них в программе поставок Octagon Systems имеются комплекты разработчика для DOS DataLight.

XBLOK™ — ЭКОНОМИМ ПРОСТРАНСТВО И БЮДЖЕТ

Высокая конкуренция на рынке встраиваемых систем вынуждает разработчиков искать более экономичные решения, не оставляя места избыточности в создаваемых приборах. В этой ситуации даже существующее разнообразие модулей расширения в формате PC/104 не всегда удовлетворяет требованиям конкретного проекта. Это естественно, поскольку ни один производитель не может предусмотреть всего многообразия требований конечных пользователей и тем более реализовать их в массово выпускаемых изделиях. Разработчики компании Octagon Systems предложили изящное решение, которое несомненно найдёт отклик у многих системных интеграторов — серию мини-модулей XBLOK™ (рис. 7).

Представьте себе плату расширения в формате PC/104-Plus, несущую на се-

бе, к примеру четыре COM-порта, или восемь портов USB, или два порта Ethernet. Как быть, если в разрабатываемом устройстве необходима только половина этой функциональности? Или, как назло, необходимы только один порт Ethernet и четыре порта USB? Ставить два модуля расширения не позволяют габаритные размеры и жёсткий бюджет. Идти на поклон к производителю не позволяет серийность разрабатываемого продукта.

Выход есть — берём ножовку и из трёх модулей в формате PC/104-Plus получаем шесть модулей XBLOK™! Комбинация этих мини-модулей в любом сочетании позволит получить одновременно и достаточную функциональность, и необходимую себестоимость конечного изделия. Вот как это выглядит в реальности (рис. 8).

Важная деталь: использование модулей XBLOK™ в стандартном стеке

PC/104 позволяет решить проблему отвода тепла от процессора, поскольку площадь модулей XBLOK не 50% от площади стандартного модуля PC/104, а всего 44%. Благодаря этому даже установка двух мини-модулей не препятствует естественному току нагретого воздуха от процессора. Конструктивное обособление интерфейсов упрощает обслуживание, ремонт и модернизацию системы в целом.

На сегодняшний день в распоряжении разработчиков встраиваемых систем уже имеются следующие «кирпичики»:

- X-COM-2 — модуль для установки на 16-битовую шину ISA с двумя COM-портами RS-232/422/485 с защитой от выбросов напряжения и низким уровнем электромагнитного излучения;
- X-LAN-1 — модуль для установки на 32-битовую шину PCI с одним портом Fast Ethernet на базе контроллера Intel 82551ER;
- X-DIO-48 — модуль для установки на 8-битовую шину ISA с 48 линиями дискретного ввода-вывода, индивидуально программируемыми;
- X-USB-4 — модуль для установки на 32-битовую шину PCI с четырьмя портами USB 2.0;
- X-SRAM — модуль для установки на 16-битовую шину ISA с двумя мегабайтами статического ОЗУ и литиевой батареей. ●

**К.В. Кругляк — сотрудник фирмы ПРОСОФТ
119313 Москва, а/я 81
Телефон: (095) 234-0636
Факс: (095) 234-0640
E-mail: info@prosoft.ru**

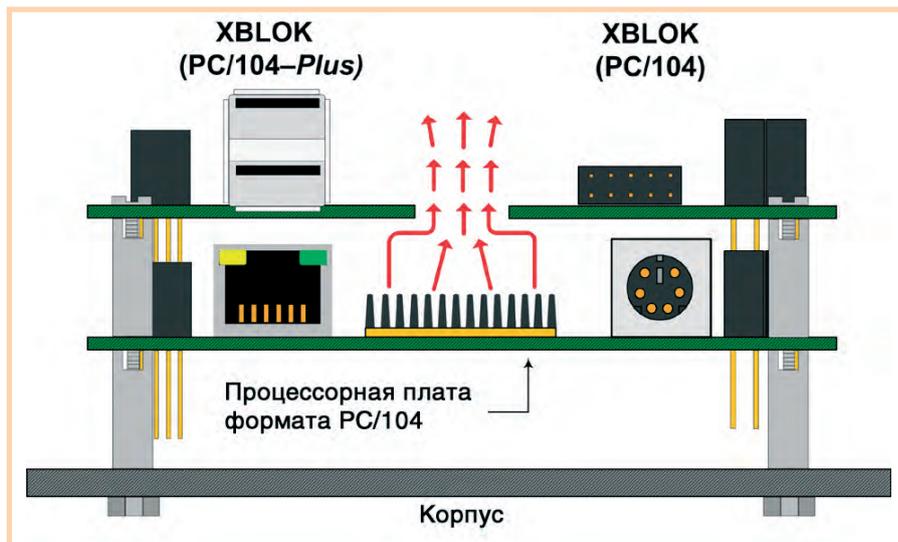


Рис. 8. Применение модулей XBLOK™

Лучшие 19" блочные каркасы и приборные корпуса

europac PRO
ratiofac PRO



Для печатных плат и модулей по МЭК 60297 и IEEE 1101

- Широкий выбор стандартных типоразмеров
- Лёгкая интеграция средств электромагнитной защиты в субблоки
- Кросс-платы и законченные решения для новейших шинных стандартов CompactPCI, VME и AdvancedTCA®
- Передние панели и ручки для модулей всех типоразмеров



Закажите каталог корпусов и шкафов Schroff в компании ПРОСОФТ!

PROSOFT®

МОСКВА Телефон: (095) 234-0636 • Факс: (095) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
С.-ПЕТЕРБУРГ Телефон: (812) 325-3790 • Факс: (812) 325-3791 • E-mail: root@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
ЕКАТЕРИНБУРГ Телефон/факс: (343) 376-2820/376-2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru

ДИЛЕРЫ ПРОСОФТ:

АЛМА-АТА: ТНС-ИНТЕК (+7-3272) 54-7162/7553 • **ВОЛГОГРАД:** Сервисный центр АИР (8443) 39-38-12/71 • **ВОРОНЕЖ:** Воронежпромавтоматика (0732) 53-8692/5968 • **ДНЕПРОПЕТРОВСК:** RTS-Ukraine (+380-56) 770-0400 www.rts.ua • **ИРКУТСК:** Инэкс-Групп-Сервис (3952) 25-8037, 20-0550/0660 • **КАЗАНЬ:** Шатл (8432) 38-1600 • **КАЛУГА:** Камин-Плюс (0842) 79-4310, 56-3001 www.kaminplus.ru • **КЕМЕРОВО:** Конкорд-Про (3842) 35-7888/6387 • **КИЕВ:** Логикон (+380-44) 252-8019/8180, 261-1803 www.logicon.ua • **КРАСНОДАР:** ТелеСофт (861) 219-3883/4793 www.telescada.ru • **КРАСНОЯРСК:** ТоксСофт-Сибирь (3912) 37-3416/3425 www.toxsoft.ru • **КУРСК:** Кентавр Электроникс (0712) 51-3951 www.kentavr.com.ru • **МИНСК:** Элтикон (+375-17) 289-6333, 211-6031 www.elticon.ru • **МОСКВА:** Антрел (095) 775-1721, 269-3321 www.antrel.ru • **Н.НОВГОРОД:** СКАДА (8312) 36-6644 www.scada-nn.ru • **НОВОСИБИРСК:** Индустриальные технологии (3833) 30-6556, 30-9665 www.i-techno.ru • **ОЗЕРСК:** Лидер (35130) 28-825, 23-906 www.liderasutp.ru • **ПЕНЗА:** Технолинк (8412) 55-9001/9813 www.tl.ru • **ПЕРМЬ:** Пром А (3422) 24-2232 www.prom-a.ru • **РИГА:** MERSYS Ltd (+371) 780-1100, 754-3325 www.mersys.lv • **РЯЗАНЬ:** Системы и комплексы (0912) 24-1182, 27-3181 www.sys-com.ru • **САМАРА:** Бинар (8462) 68-8888 • **САРАТОВ:** Трайтек (8452) 52-0101, (095) 733-9332 www.tritec.ru • **ТАГАНРОГ:** Квинт (8634) 31-5672/0629 • **ТАШКЕНТ:** АСУ-Технолоджи (+998-7161) 48-495 • **ТОМСК:** ЛИК Технолоджи (3822) 55-5761/5752 • **ТУЛА:** АТМ (0872) 30-7193, 38-0692 atm.tula.net • **УЛЬЯНОВСК:** ПОИСК (8422) 37-6567 www.poisk.mv.ru • **УСТЬ-КАМЕНОГОРСК:** Техник-Трейд (+7-3232) 25-4064/3251 www.technik.ugk.kz • **УФА:** Интек (3472) 90-8844/22 www.intekufa.ru • **ЧЕЛЯБИНСК:** ИСК (351) 791-6469/5440 • **ЯРОСЛАВЛЬ:** Спектр-Трейд (0852) 58-1658/59 www.spectrtrade.yaroslavl.ru

Автоматизированная система управления стендовыми огневыми испытаниями ракетных двигателей малой тяги

Леонид Яшнов, Виктор Кухаренко, Михаил Ткачук, Сергей Чуйков

В статье описывается создание автоматизированной системы управления стендовыми огневыми испытаниями ракетных двигателей малой тяги. Программно-технический комплекс системы реализован на базе изделий формата MicroPC и программного обеспечения «МАИС-2000». Описываемые решения позволяют повысить качество испытаний на основе применения высоконадёжных технических средств и увеличения точности измерения оценочных параметров. Система внедряется на испытательной базе НИИМаш (г. Нижняя Салда Свердловской области).

Введение

С 1981 года Научно-исследовательский институт машиностроения (НИИМаш) – головное предприятие ракетно-космической отрасли России в области разработки и изготовления ракетных двигателей малой тяги (РДМТ) для космических аппаратов. Исследования, разработка и производство РДМТ остаются основной тематикой института и в настоящее время. В НИИМаш разработано более 30 наименований двигателей, прошедших лётную эксплуатацию в составе космических аппаратов (КА) «Салют», «Алмаз», «Мир», модулей дооснащения «Квант», «Кристалл», «Спектр», «Природа», пилотируемых космических кораблей (КК) «Союз-Т», «Союз-ТМ», грузовых КК «Прогресс», «Прогресс-М» и «Прогресс-М1», многоузловой транспортной космической системы «Буран». РДМТ НИИМаш обеспечивают управление орбитальным полётом блоков международной космической станции (функционального грузового блока «Заря», служебного модуля «Звезда» и универсального стыковочного модуля), космических аппаратов типа «Космос», «Янтарь», «Молния» и др., а также разгонных блоков «Бриз» и «Рокот». Всего более 10 тысяч экземпляров РДМТ разработки и изго-

товления НИИМаш обеспечили успешную эксплуатацию свыше 800 КА с реальным сроком полета от 3 до 15 лет.

Внешний вид двухкомпонентного ракетного двигателя малой тяги РДМТ135М представлен на рис. 1.

Для достижения высоких эксплуатационных характеристик РДМТ особое место при их создании отводится стендовым огневым испытаниям. На современных огневых стендах с максимальной степенью соответствия имитируются условия эксплуатации и реализуются широкие диапазоны требуемых режимов работы РДМТ. Энергетические параметры и тепловое состояние РДМТ при его работе определяются многими факторами, поэтому только экспериментальные исследования в ходе стендовых испытаний позволяют сделать окончательный выбор оптимальных схем и параметров смешивания ракетного топлива, конструк-

тивного исполнения узлов и компоновки двигателя в целом.

Для подтверждения работоспособности каждый выпускаемый НИИМаш экземпляр двигателя проходит контрольно-технологические испытания (КТИ) как в непрерывных, так и в импульсных режимах работы. Кроме того, с целью подтверждения работоспособности поставляемых двигателей на требуемый ресурс и для конкретных условий эксплуатации на космических объектах часть двигателей из поставочной партии подвергается контрольно-выборочным испытаниям, а для оценки качества и надёжности двигателей и определения степени соответствия их запасов работоспособности – специальным периодическим испытаниям.

В настоящее время затраты на стендовые наземные испытания товарных партий РДМТ составляют до 45% от суммы всех затрат.

Техническому оснащению испытательной базы в НИИМаш всегда уделялось должное внимание. Однако с начала девяностых годов институт, как и вся космическая отрасль, стал испытывать серьёзные экономические затруднения, но даже в этот период для решения критических и актуальных задач были изысканы возможности и созданы на базе ПК и плат сбора, обра-



Рис. 1. Внешний вид двухкомпонентного ракетного двигателя малой тяги РДМТ135М

ботки данных и управления локальные информационно-измерительные системы и АСУ ТП. Первоначально использовались платы ввода-вывода, которые устанавливались непосредственно в ПК.

Опыт эксплуатации таких локальных систем показал высокие информационно-сервисные возможности современных программно-технических комплексов (ПТК) для испытаний ракетной техники. Стало явным и то, что системы на базе офисных ПК и функциональных плат к ним не могут обеспечить комплексную автоматизацию процессов стендовых огневых испытаний. Поэтому к 2001 году в институте были сформулированы основные технические требования для последовательной комплексной автоматизации процессов огневых испытаний РДМТ и начались разработки вариантов её реализации с привлечением специализированных организаций.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Сравнительный анализ технических и эксплуатационных характеристик предлагаемых на рынке страны доступных промышленных ПТК показал, что ни один из них в готовом виде не обеспечивает необходимых функций и не отвечает требованиям, соответствующим АСУ ТП стендовых огневых испытаний РДМТ. В любом случае была необходима модернизация или доработка не только прикладного, но и базового системного программного обеспечения. Это связано со следующими особенностями самих РДМТ и условий их эксплуатации:

- они должны работать не только в непрерывных, но и в импульсных режимах, когда необходимый импульс силы, воздействующий на космический аппарат, формируется задаваемым числом последовательных включений двигателя с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ), причём в импульсных режимах время включения изменяется от 1,00 до 0,005 с, а время паузы – от 10,00 до 0,005 с;
- они обладают весьма значительным ресурсом по числу включений, которых может быть более 100000;
- они должны работать при изменении в широких диапазонах значений входных давлений и температур компонентов ракетного топлива (КРТ),

так как подача КРТ к ним осуществляется по вытеснительной схеме, то есть только за счёт давления, создаваемого в расходных баках двигательной установки КА;

- они должны сохранять работоспособность при относительно широком диапазоне изменения значений параметров электропитания от бортовой сети КА.

Для имитации этих условий с учётом приведённых особенностей АСУ ТП должна обеспечивать формирование комбинированной пусковой циклограммы, включающей импульсные режимы работы, выдавая текущие команды на РДМТ с погрешностью не более 0,1 мс. Общая длительность отдельных комбинированных пусковых циклограмм может составлять до 30 часов. Для оценки текущего испытательного процесса в ходе испытания АСУ ТП осуществляет периодическое измерение, расчёт и отображение оценочных параметров, при этом дискретность измерения параметров быстроменяющихся процессов должна быть не менее 0,5 мс.

Современные РДМТ обладают высокой эффективностью. Температура сгорания КРТ достигает более 2000°С, и поэтому их камеры сгорания изготавливаются из специальных материалов, стойких к высоким температурам, с применением жаропрочных покрытий. При испытаниях особое внимание уделяется оценке их теплового состояния в рабочих и предельных режимах, так как относительно небольшое превышение допустимой температуры нарушает жаропрочное покрытие камеры сгорания, что резко сокращает жизненный ресурс таких «горячих» двигателей.

В целях экономии средств в НИИ-Маш отработана технология, когда на одном огневом стенде проводятся испытания до трёх РДМТ одновременно.

Далее приведены функции, выполнение которых должна обеспечивать АСУ ТП.

- Автоматическое программно-временное и логическое управление:
 - исполнительными органами трёх двигателей одновременно как для непрерывных, так и для импульсных режимов работы;
 - изменением уровня входных давлений КРТ;
 - изменением уровня напряжения питания электрических агрегатов РДМТ;

- периодической регистрацией быстроменяющихся процессов;
- периодическим расчётом величин оценочных параметров РДМТ, в том числе в импульсных режимах, с их выводом на видеотерминалы рабочих станций и параллельным архивированием.
- Формирование сообщений о выходе физических параметров за пределы, установленные требованиями к текущему режиму.
- Обеспечение автоматического выключения двигателя (двигателей) и перевод стендовых систем в безопасное исходное состояние при выходе параметров двигателя за аварийные пределы.
- Автоматическое поддержание заданного уровня температуры КРТ.
- Автоматическое поддержание заданного уровня давлений в магистралях подачи КРТ.
- Ручное дистанционное управление агрегатами и системами стенда.
- Отображение на видеотерминалах рабочих станций аналоговых и дискретных физических параметров, отражающих состояние двигателя (двигателей), систем и агрегатов стенда.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ

В итоге всестороннего анализа технических требований и с учётом объёмов и порядка выделяемого финансирования, ранее сложившихся связей, территориального расположения института было принято решение о применении контроллеров MicroPC и программного обеспечения «МАИС».

В качестве проектной организации было выбрано ОАО НПО «Уралпроект-автоматика» (г. Екатеринбург), имеющее опыт разработки и внедрения АСУ ТП стендовых огневых испытаний жидкостных ракетных двигателей (ЖРД) в НИИМаш и на других предприятиях ракетно-космической отрасли России.

Разработчиком ПТК было выбрано ЗАО НТЦ «Лидер» (г. Озерск Челябинской области).

На начальном этапе было разработано согласованное подробное техническое задание «Автоматизированная система управления технологическими процессами испытания ракетных двигателей малой тяги на стендах НИК101».

Этим заданием предусматривалось, что АСУ ТП должна заменить:

- морально и физически устаревшую информационно-измерительную систему на базе ЭВМ СМ1634 и СОО-2;
- самопишущие приборы типа КСП, КСМ;
- светолучевые осциллографы, используемые для регистрации быстропротекающих процессов;
- аппаратуру дистанционного управления агрегатами стенда с кодовым уплотнением;
- систему автоматического программно-временного управления пусковыми циклами на базе ПК;
- электронные блоки регулирования давления и температуры в стендовых магистралях подачи КРТ.

Так как испытательные стенды ракетных двигателей характеризуются взрывопожароопасностью и токсичностью используемых рабочих тел, то выбор технических средств и разработка схем соединений АСУ ТП проводились с выполнением соответствующих требований и правил безопасности. С внедрением АСУ ТП на стендах НИИМаш намечена поэтапная замена используемых сейчас морально устаревших дат-

чиков на современные, с лучшими эксплуатационными характеристиками. Так, для измерения оценочных параметров давления проектом выбраны датчики фирмы Aplisens, а для измерения расходов КРТ – кориолисовый расходомер фирмы «Метран». Поэтому АСУ ТП обеспечивает приём и обработку сигналов как вновь внедряемых датчиков с выходами типа 4...20 мА и ± 5 В, так и пока используемых вибрационно-частотных типа ПДВИ и потенциометрических типа МД, ДТ и т.д. Для обеспечения помехоустойчивости системы каналы входа-выхода ПТК гальванически развязаны от периферийных приборов и устройств.

Специфические требования, предъявляемые к системе управления стендовыми огневыми испытаниями РДМТ, не позволили использовать какое-либо стандартное программное обеспечение. Это явилось одной из главных причин того, что заказчик выбрал в качестве разработчика ПТК фирму НТЦ «Лидер», имеющую собственные программные разработки и большой опыт их адаптации для реализации нестандартных требований.

ЗАО НТЦ «Лидер» произвёл существенную корректировку своего базово-

го программного обеспечения. Разработчики не стали «вручную дописывать» специфичные функции системы, а пошли по более радикальному пути – по пути корректировки базового программного обеспечения и включения новых функций и возможностей в систему «МАИС-2000». В результате новая версия системы «МАИС-2000» позволяет производить архивирование быстроменяющихся параметров в темпе опроса с дискретностью до 0,5 мс (дискретность для каждого параметра может назначаться отдельно), причём регистрация может включаться по событию или команде извне (например, по команде о начале испытаний) либо производиться постоянно с сохранением фиксированного количества измерений (реализация функции «регистратор аварийных событий»). Последующий анализ архивных данных как для быстроменяющихся параметров, так и для прочих технологических параметров производится одной и той же программной утилитой.

СТРУКТУРА СИСТЕМЫ

Структурная схема АСУ ТП стендовых огневых испытаний ракетных дви-



Проверено железными дорогами



Пружинные клеммы WAGO SAGE CLAMP® работают на железнодорожном транспорте с 1978 г.:

- при сильной вибрации,
- в диапазоне температур от -40 до +55°C

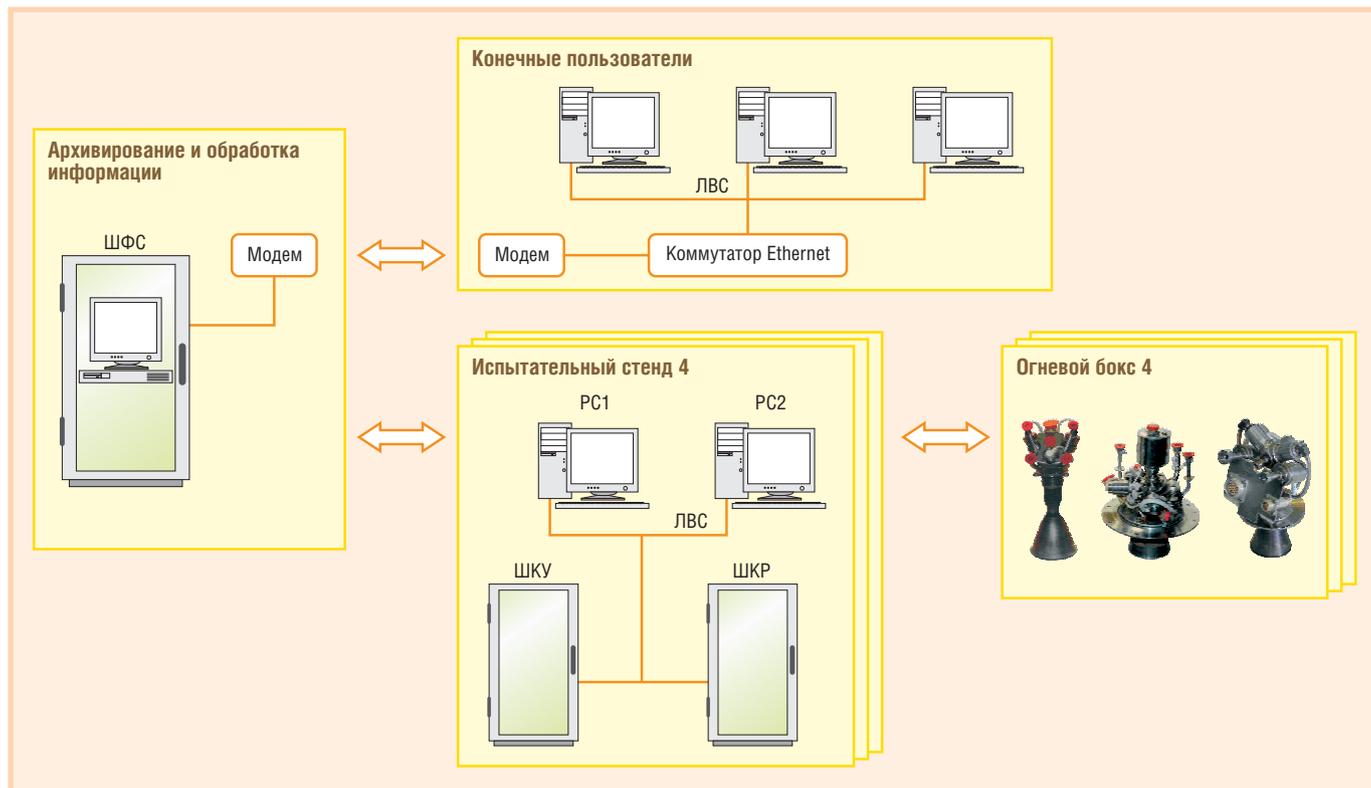
ОТКАЗОВ НЕ ЗАФИКСИРОВАНО



МОСКВА Телефон: (095) 234-0636 • Факс: (095) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

С.-ПЕТЕРБУРГ Телефон: (812) 325-3790 • Факс: (812) 325-3791 • E-mail: root@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

ЕКАТЕРИНБУРГ Телефон/факс: (343) 376-2820/2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru



Условные обозначения:

ЛВС — локальная вычислительная сеть; ПК — рабочая станция; ШКР — шкаф контроллера регистрирующего; ШКУ — шкаф контроллера управляющего; ШФС — шкаф файлового сервера.

Рис. 2. Структурная схема АСУ ТП стендовых огневых испытаний ракетных двигателей малой тяги

гателей малой тяги представлена на рис. 2.

Основные функции по сбору, первичной обработке информации и управлению испытаниями выполняются на уровне локальных контроллеров. Для каждого испытательного стенда в системе имеется два контроллера, структура которых определяется выполняемыми функциями:

- локальный контроллер подсистемы сбора и обработки измерительных данных и управления двигателями — шкаф контроллера регистрирующего (ШКР);
- локальный контроллер подсистемы управления давлением, температурой и исполнительными механизмами — шкаф контроллера управляющего (ШКУ).

Рабочие станции АСУ ТП располагаются в помещении пультовой, на них реализуются функции представления и архивирования технологической информации, выдачи команд для дистанционного и программного управления стендовыми агрегатами и испытываемыми двигателями, а также функции по сопровождению программного и информационного обеспечения. На рабочих станциях также производится расчёт оценочных параметров РДМТ и

формируются отчёты по результатам испытаний.

Шкаф файлового сервера (ШФС) установлен также в помещении пультовой. В файловом сервере накапливается архивная информация со всего испытательного комплекса, располагаются базы данных информационного обеспечения для всех систем и журналы системных событий. В шкафу ШФС размещается и активное сетевое оборудование локальной вычислительной сети технологической зоны.

Удалённый доступ к технологической информации с рабочих станций, расположенных в отдельном здании вне технологической зоны, реализован с помощью DSL-модемов по выделенной телефонной паре, проложенной в пешеходно-кабельной галерее.

АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА

С учётом жёстких условий эксплуатации локальные контроллеры смонтированы в шкафах со степенью защиты IP55 фирмы Schroff. Внешний вид ШКР показан на рис. 3, справа от него расположен ШФС.

Контроллер регистрирующий выполнен из изделий формата MicroPC. В нём использованы модули фирмы Fastwel: процессорная плата CPU686E,

универсальные модули ввода-вывода UNIO96-1 и UNIO96-5, модули ввода аналоговых сигналов AI8S-5A-1 (для обслуживания быстроменяющихся параметров) и модули ввода аналоговых сигналов ADC32G фирмы «Риус». Модули MicroPC размещены в 12-слото-



Рис. 3. Шкаф контроллера регистрирующего и шкаф файлового сервера

вом каркасе ICC19201 (Fastwel) с шиной ISA-8 и источником питания Octagon Systems 5105.

Для автоматического переключения измерительных каналов при смене на стенде рабочего места установки двигателя применяются мультиплексоры аналоговых сигналов AIMUX-32C-2 (Fastwel). В целях гальванического разделения входных аналоговых сигналов, поступающих в контроллер, а также для преобразования сигналов 0...100 мВ к нормированному виду используются модули SCM7B40-02 фирмы Dataforth. Гальваническую изоляцию каналов дискретного ввода-вывода обеспечивают платы TBI-24/0 и TBI-0/24 (Fastwel). Для гальванической развязки выходных дискретных сигналов уровня TTL применены модули GRO-24 НТЦ «Лидер». Кроссовая часть выполнена на клеммах WAGO. Для измерения температур и сигналов потенциометрических датчиков используются универсальные искробезо-

пасные нормализаторы $\mu D301$ фирмы Pepperl+Fuchs Elcon, смонтированные на отдельной панели.

Структурная схема локального контроллера подсистемы сбора и обработки измерительных данных и управления двигателями (контроллера регистрирующего) представлена на рис. 4. Здесь дополнительно показана схема связей контроллера регистрирующего с устройствами испытательного стенда.

Контроллер подсистемы управления давлением, температурой и исполнительными механизмами (контроллер управляющий) выполнен на базе этих же технических и программных средств.

В ШФС смонтирован сетевой коммутатор, к портам которого подключены все абоненты локальной вычислительной сети (ЛВС) на базе Ethernet. Абонентами ЛВС являются контроллеры, рабочие станции и файловый сервер. С помощью DSL-модемов и выделенной линии сеть испытательного комплекса соединяется с сегментом,

расположенным в административном здании.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В конце 2004 года в НИИМаш был проведён цикл экспериментов по оценке работы каналов измерения и регистрации физических параметров, а также каналов дистанционного ручного и автоматического программно-временного управления АСУ ТП в реальных условиях.

Для этого технические средства автоматизированной системы были смонтированы и подключены на стенде испытательного комплекса института. Внешний вид пультовой, откуда производится управление процессами подготовки и проведения огневых испытаний РДМТ и где размещается основная аппаратура АСУ ТП, приведён на рис. 5. В системе была установлена новая версия программы «МАИС-2000» и создано необходимое информационное обеспечение для подготовки и проведения ис-

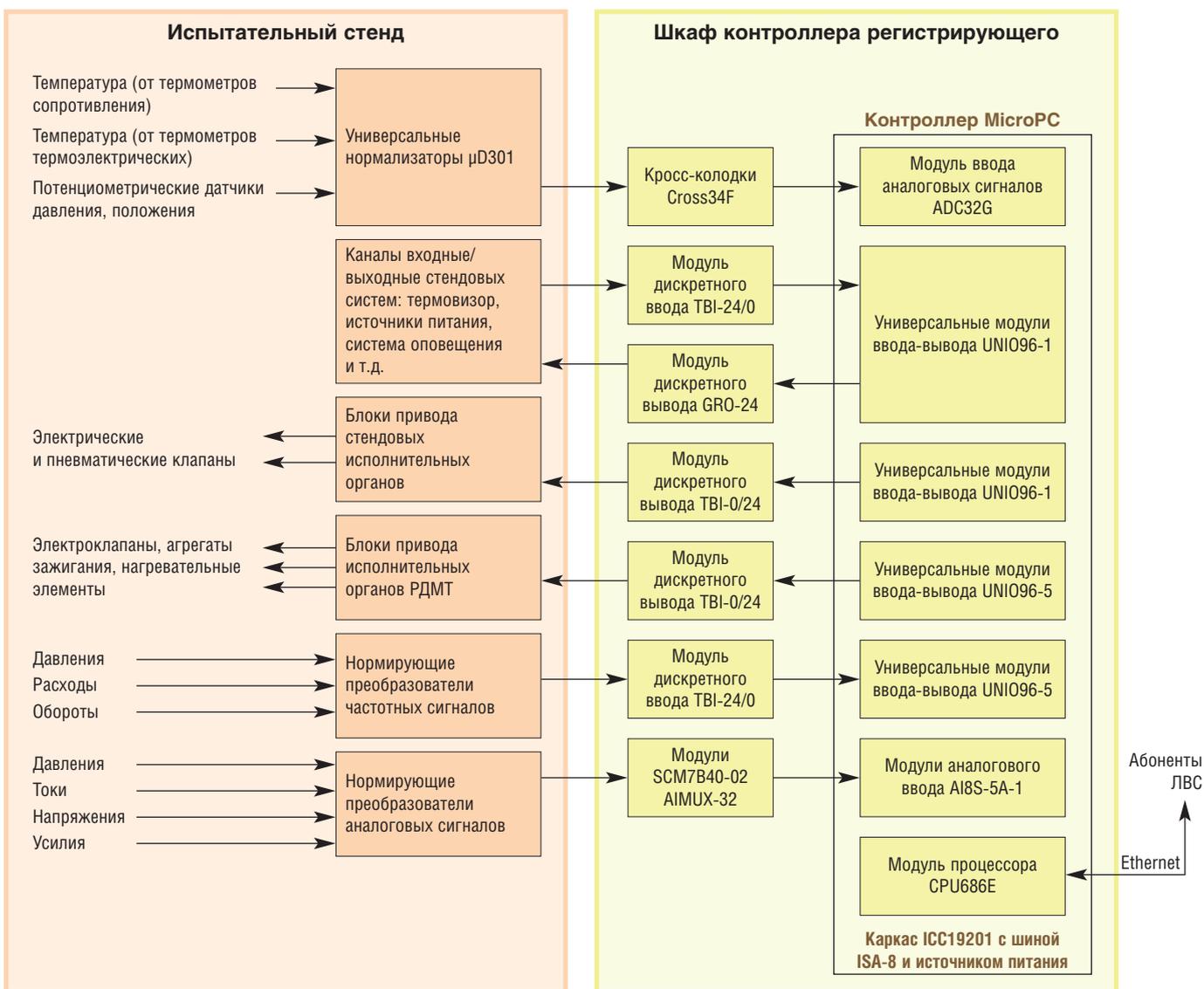


Рис. 4. Структурная схема контроллера регистрирующего и схема его связей с устройствами испытательного стенда



Рис. 5. Пультава огневых испытательных стендов НИИМаш



Рис. 6. Двигатель РДМТ135М в теплоизоляционном кожухе, установленный на огневом стенде

пытаний РДМТ. В дополнение к штатным датчикам измерение оценочных параметров давления осуществлялось интеллектуальными измерительными преобразователями давления APC-2000 фирмы Aplisens. Температура измерялась штатными датчиками с универсальными преобразователями μ D301.

На первом этапе были проведены автономные исследования работы каналов измерения физических параметров. К каналам подключались стендовые датчики, и на рабочих станциях наблюда-

лись их исходные и калибровочные сигналы. Для каналов измерения давления непосредственно на датчики ступенчато подавались уровни калибровочных давлений, для остальных каналов сигналы задавались имитаторами. Затем проводились проверки работы АСУ ТП по формированию автоматических циклограмм управления для импульсных и непрерывных режимов работы РДМТ. При этом вместо двигателя использовался его электрический имитатор, а для последующего анализа работы системы

проводилось архивирование (регистрация) необходимых данных.

В конце этого цикла работ были проведены два огневых испытания. Технологический двигатель РДМТ135М, установленный на рабочем месте стенда, обвязанный трубопроводами, технологическими датчиками и кабельными жгутами, показан на рис. 6. Измерительная информация при испытаниях архивировалась ПТК и частично дублировалась регистрацией на СМ1634 и светолучевых осциллографах. Один из





Идеальная точность

Фотоэлектрические датчики VISOLUX





Закажите БЕСПЛАТНЫЙ каталог Pepperl+Fuchs "Factory Automation" на CD-ROM
по факсу: (095) 234-0640
или на сайте: www.prosoft.ru

#124

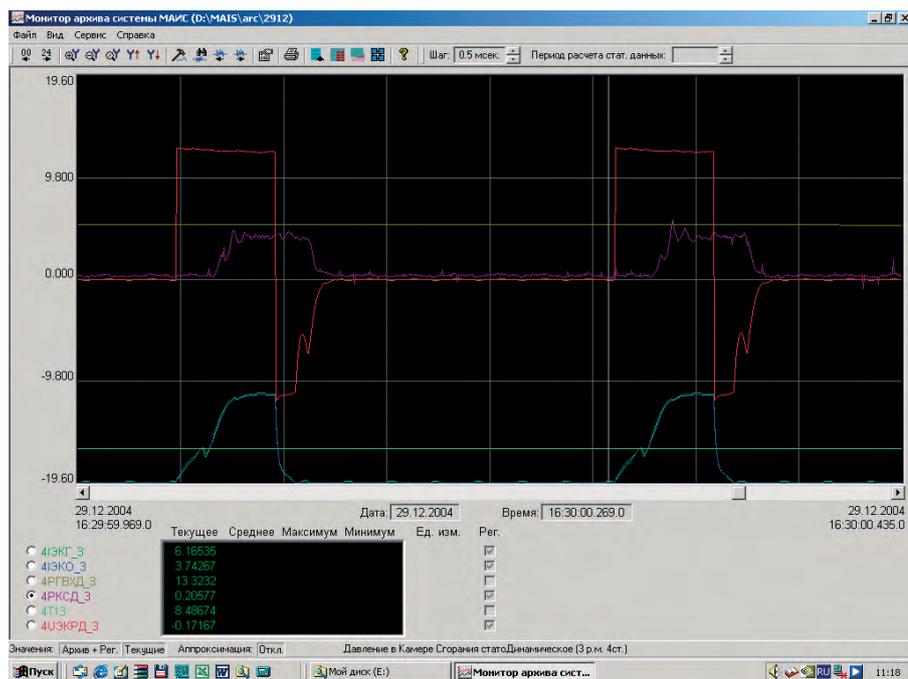


Рис. 7. Экранная форма с графиками оценочных параметров импульсного режима работы РДМТ135М

фрагментов полученных графиков с оценочными параметрами импульсного режима работы двигателя РДМТ135М на огневом испытании приведён на рис. 7. На экранной форме представлены следующие параметры двигателя:

- напряжение на обмотках электроклапанов — 4УЭКРД₃;
- электрические токи в обмотках электроклапанов — 4IЭКГ₃ и 4IЭКО₃;
- давление в камере сгорания — 4РКСД₃;
- давление горючего на входе — 4РГВХД₃;
- температура — 4Т13.

Временные графики изменения указанных параметров соответствуют управляющим командам выполняемой циклограммы импульсного режима КТИ, где время включения РДМТ составляет 50 мс, а время паузы между включениями — 160 мс. Значения и взаимные соотношения физических параметров в переходные и установившиеся периоды соответствуют условиям испытания двигателя РДМТ135М и полностью совпадают с данными, полученными ранее на испытаниях этого же двигателя при регистрации параметров на светолучевых осциллографах.

При проведении экспериментальной оценки амплитудно-частотных характеристик измерительных каналов быстроменяющихся параметров на входных сигналах от реальных источников было выявлено наличие нежелательных электрических паразитных наводок.

Детальные исследования показали, что причиной этих наводок являются цепи электропитания стендовых агрегатов от преобразователей ВАКС с напряжением постоянного тока 27 В. Проектом по модернизации вторичного электропитания стендовых систем, выполненным ОАО «НПО Уралпроектавтоматика» в 2005 году, предусмотрено применить вместо преобразователей ВАКС современные источники вторичного электропитания, что позволит ликвидировать основную причину наводок в измерительных цепях стендовых систем. Окончательный анализ результатов экспериментальных исследований работы ПТК в реальных условиях подтвердил реализуемость требований ТЗ по автоматизированному управлению огневыми испытаниями ракетных двигателей малой тяги.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С внедрением представленной АСУ ТП в НИИМаш обеспечивается качественное повышение уровня автоматизации основных технологических процессов подготовки и проведения стендовых огневых испытаний РДМТ. При этом существенно повышаются надёжность технических средств и точность измерения оценочных параметров. На испытательном комплексе будет возможно:

- исключить использование первичных бумажных носителей (осциллограмм, термограмм) и связанные с

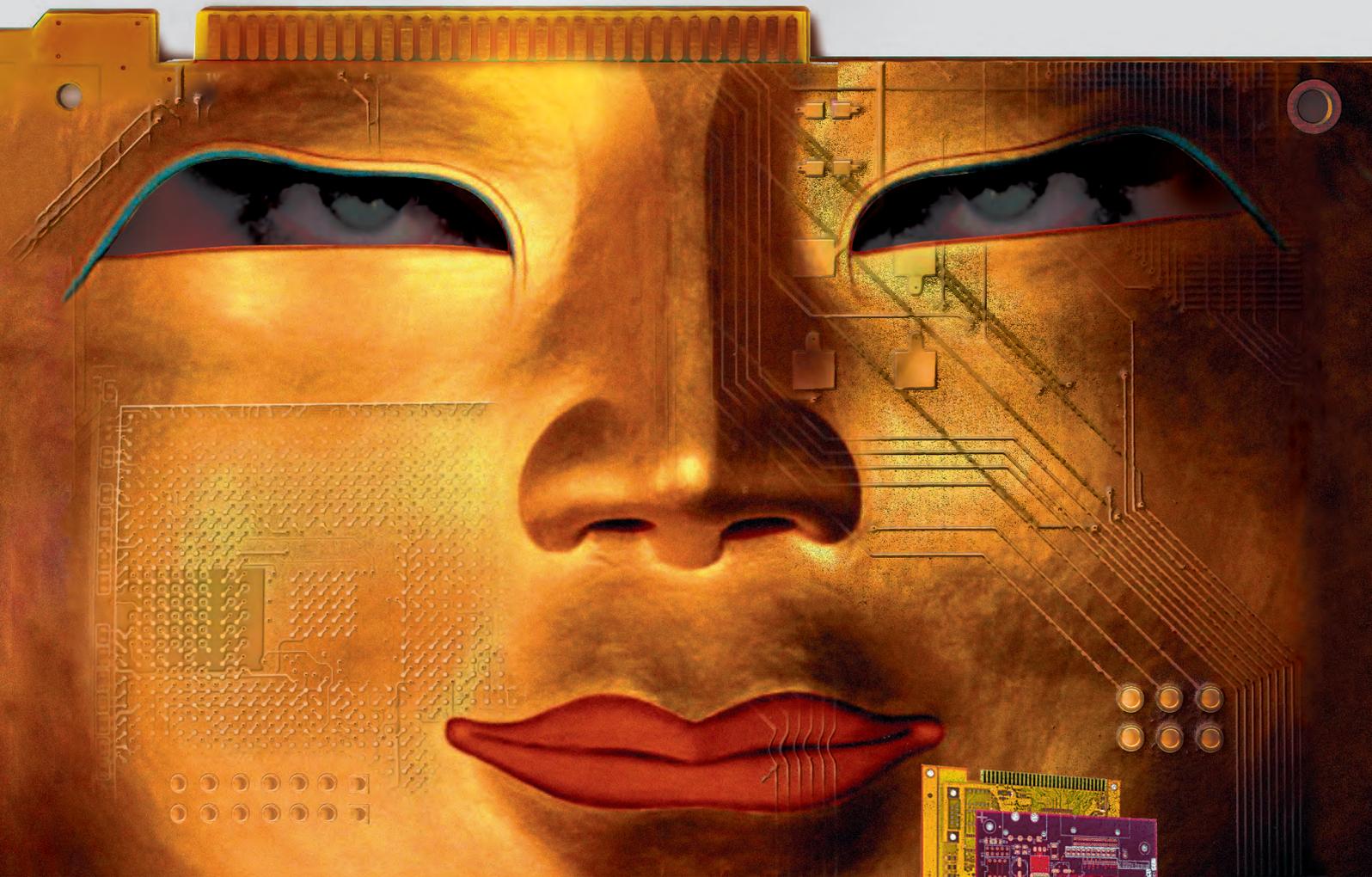
ними ручные операции на этапах подготовки, проведения испытания, обработки данных и хранения;

- исключить длинные (до 300 метров) кабельные жгуты медных проводов, которые используются сейчас для передачи сигналов от стендовых датчиков и вторичных преобразователей на расположенные в отдельном «чистом» сооружении регистраторы и ЭВМ, что позволит снять проблемы, связанные с наличием в этих магистральных кабельных линиях значительных электрических ёмкостей и перекрёстных наводок;
- исключить применяемое сейчас ручное переключение сигналов измерительных каналов по направлениям типа «рабочее место №₀, стенд №₀ > регистратор №₀, ЭВМ №₀»;
- использовать в технологических системах испытательных стендов современные общепромышленные датчики взамен морально устаревших и специальных, которые применяются в настоящее время;
- сократить количество обслуживающего персонала;
- существенно уменьшить общие затраты на проведение стендовых наземных испытаний РДМТ;
- использовать данные результатов огневых испытаний в электронных базах для информационного сопровождения всего жизненного цикла создания и эксплуатации РДМТ.

В настоящее время на испытательной базе ведутся работы по этапному внедрению технических, программных и информационных средств АСУ ТП для трёх испытательных стендов с интеграцией их в общую систему управления испытательным комплексом. Сложившаяся кооперация и полученный опыт предполагается использовать для дальнейшего развития информационных технологий в части автоматизации технологических процессов опытного производства, общеинженерных и вспомогательных систем производственной и испытательной базы НИИМаш. ●

Авторы — сотрудники ФГУП НИИ машиностроения,
телефон: (34345) 36536,
факс: (34345) 31703,
ОАО НПО
«Уралпроектавтоматика»,
телефон/факс: (343) 374-4083,
ЗАО НТЦ «Лидер»,
телефон: (35130) 23906,
факс: (35130) 28825

Маски, подчёркивающие достоинства!



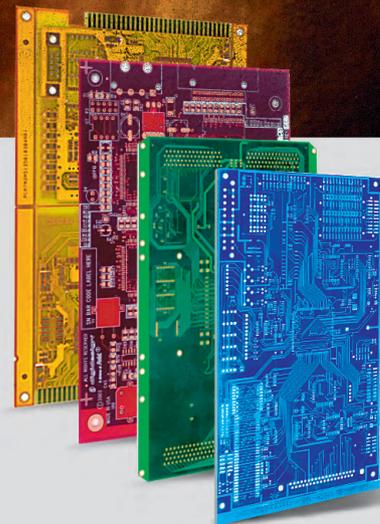
Печатные платы заводов SEP — это мировой уровень, отвечающий всем необходимым параметрам

Сервис

- Оперативное решение Ваших запросов в течение 24 часов
- Своевременная доставка от шести дней
- Адаптация и предложение топологии под автоматический монтаж
- Техническая поддержка

Технологии

- односторонние и двусторонние платы
- многослойные платы
- гибкие и гибко-жесткие печатные платы
- платы с контролем импеданса
- платы с глухими и скрытыми переходными отверстиями
- платы с серебряными переходными отверстиями
- платы с лазерной сверловкой
- платы с металлическим основанием
- СВЧ-платы (фторопласт, тефлон)
- платы большой толщины



Телефон: (095) 234-0639
Факс: (095) 232-1654
E-mail: pcb@fastwel.ru

Компания Фаствел – Генеральный поставщик продукции заводов SEP (Южная Корея) на территории России и стран СНГ



www.sepco.ru

#440



www.fastwel.ru

Устойчивость IBM PC совместимых контроллеров к радиационным сбоям на орбитах космических аппаратов

Олег Гобчанский, Николай Кузнецов

В статье обсуждается проблема возникновения сбоев в бортовых IBM PC совместимых контроллерах, обусловленная влиянием заряженных высокоэнергетических частиц (протонов, ядер и ионов химических элементов) космического пространства. Для некоторых орбит космического аппарата с использованием расчётной методики сделан прогноз частоты сбоев оперативной памяти процессорной платы 2133 фирмы Octagon Systems. Даны рекомендации по способам защиты центрального бортового компьютера от влияния последствий сбоев.

Введение

Соответствие IBM PC совместимых процессорных плат индустриального уровня, используемых в составе бортовых систем космических аппаратов (КА), более жёстким требованиям по сравнению с гарантированными их производителями по части устойчивости к механическим воздействиям, условиям глубокого вакуума, накопленной дозе радиации и т.д., обеспечивается специальными конструкторскими и системными решениями.

Одним из важнейших дополнительных требований к процессорным платам, работающим на борту КА, является необходимость разработки повышенных мер защиты от сбоев во время выполнения рабочей программы. Эти сбои возникают вследствие попадания в чувствительные области элементов СБИС высокоэнергетических (с энергией более 1 МэВ) частиц (ВЭЧ) космического пространства (КП).

Вероятность проявления этих эффектов в СБИС бортовой аппаратуры возникает сразу же после старта КА (в отличие от дозовых эффектов) и не может быть существенно снижена посредством разумного увеличения толщины защитных экранов. Она зависит от величины и вида энергетического спектра потока ВЭЧ и от типов исполь-

зуемых СБИС с учётом их функционального назначения, технологии изготовления, архитектуры и степени интеграции.

Отличительной особенностью архитектуры IBM PC совместимых контроллеров является загрузка операционной системы и рабочих программ с твердотельных дисков (ТД) в оперативную память перед началом работы и хранение их вместе с обрабатываемыми данными в процессе вычислений. В качестве оперативной памяти используется КМОП СБИС динамической памяти высокой степени интеграции, а в качестве ТД – СБИС флэш-памяти.

СБИС динамической памяти служат основными источниками сбоев контроллера на борту КА из-за высокой вероятности инверсий логического состояния ячеек памяти при попадании в них ВЭЧ. В то же время вероятность сбоев процессора, контроллеров, ПЗУ и других СБИС из-за «случайных» ионизационных эффектов значительно ниже (более чем на два порядка), а вероятность инверсий логического состояния ячеек флэш-памяти ТД практически равна нулю [1]. Учитывая всё это, в дальнейшем для количественных оценок сбоев контроллера рассматриваются только сбои, возникающие в его оперативной памяти.

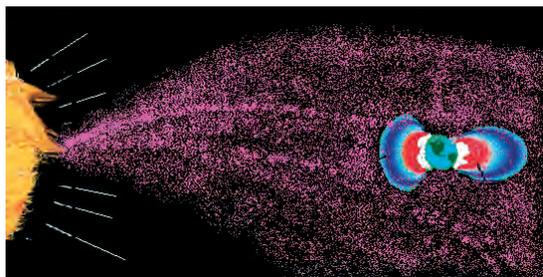
Высокоэнергетические частицы КП на орбитах КА

Источниками ВЭЧ в околоземном космическом пространстве являются три основных радиационных поля, отличающихся своим происхождением и характеристиками потоков частиц [2, 3]:

- естественный радиационный пояс Земли (ЕРПЗ);
- галактические космические лучи (ГКЛ);
- солнечные космические лучи (СКЛ).

Пространственное распределение потоков частиц этих радиационных полей в околоземном КП в плоскости, перпендикулярной плоскости эклиптики, схематически изображено на рис. 1.

ЕРПЗ состоит из протонов и электронов, захваченных магнитным полем Земли, однако только протоны ЕРПЗ являются источником сбоев. В основном потоки этих частиц сосредоточены в области экватора (на широтах порядка $\pm 30...45^\circ$) из-за дипольной конфигурации магнитного поля Земли. Высота нижней границы области распространения данных потоков варьируется в пределах $\sim 300...1000$ км в зависимости от долготы и широты, достигая наименьших значений над районом Южно-Атлантической (магнитной) аномалии (ЮАА), расположенной в Атлантическом океане вблизи берегов



Условные обозначения:

- — ГКЛ, ■ — СКЛ, ■ — протоны ЕРПЗ,
- — электроны ЕРПЗ,
- — потоки частиц практически отсутствуют.

Рис. 1. Радиационные поля околоземного пространства

Бразилии. Приблизительные границы области распространения потоков протонов ЕРПЗ над ЮАА на высоте 500 км находятся в пределах 10...40° западной долготы и 10...60° южной широты. С увеличением высоты границы этой области расширяются в восточном направлении (на высоте 900 км приблизительно на 20°). Верхняя граница области распространения потоков протонов ЕРПЗ находится на высоте ~10000 км, достигая максимальных значений потока на высоте ~3000 км. На низких высотах (менее 1000 км) потоки протонов ЕРПЗ периодически изменяются в течение цикла солнечной активности (период порядка 11 лет), увеличиваясь в годы минимума солнечной активности.

Потоки ВЭЧ ГКЛ (протонов и ядер химических элементов вплоть до урана) приходят к Земле из межзвёздного пространства со всех направлений. На их величину в околоземном КП влияют солнечная активность (в годы минимума солнечной активности наблюдается наибольший поток, а в годы максимума — наименьший) и магнитное поле Земли, которое не позволяет всем частицам ГКЛ проникать вглубь магнитосферы Земли.

Потоки ВЭЧ ЕРПЗ и ГКЛ постоянно присутствуют в околоземном КП и поэтому ответственны за «обычные» радиационные условия на борту КА. Эпизодически эти условия могут нарушаться во время появления вблизи Земли потоков ВЭЧ СКЛ (протонов и ионов), которые возникают из-за так называемых вспышек на Солнце в результате выброса частиц солнечного вещества. При этом обычно происходит возрастание потока ВЭЧ в течение ~6...12 часов, а затем его уменьшение в течение ~1...3 суток. Частота появления подобных событий СКЛ тем выше, чем выше солнечная активность, цикл изменения которой повторяется каждые 11 лет. В

среднем в течение одного цикла солнечной активности на КА с геостационарными и более высокими орбитами регистрируется около 70 событий СКЛ, в которых потоки ВЭЧ СКЛ заметны на фоне потоков ВЭЧ ГКЛ. Причём поток ВЭЧ в каждом из таких событий является случайной величиной и может отличаться от события к событию на несколько (до четырёх) порядков. Чем выше поток ВЭЧ в конкретном событии, тем реже такое событие возникает. Так, за

11-летний цикл можно ожидать до 10 событий с очень большими потоками ВЭЧ СКЛ. Потоки ВЭЧ СКЛ, так же как и потоки ВЭЧ ГКЛ, ослабевают при проникновении вглубь магнитосферы Земли. Суммарное время, в течение которого потоки ВЭЧ множества событий СКЛ дополнительно к потокам ВЭЧ ЕРПЗ и ГКЛ воздействуют на КА, значительно ниже (приблизительно в 30 раз), чем срок активного существования КА.

Так как потоки ВЭЧ всех указанных радиационных полей неравномерно распределены в околоземном пространстве и изменяются во времени по своим собственным законам, радиационные условия на КА и, следовательно, условия возникновения сбоев в его бортовой аппаратуре изменяются в течение всего полёта. Эти изменения для разных орбит КА имеют свои особенности, и в настоящей работе они рассматриваются только для наиболее известных орбит, параметры которых приведены в табл. 1.

ОЦЕНКА ЧАСТОТЫ СБОЕВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ВЭЧ КП

Количество сбоев в СБИС при воздействии ВЭЧ во время полёта КА является случайной величиной. На прак-

тике в качестве характеристики, определяющей работоспособность СБИС во время полёта КА, используют частоту сбоев ν , представляющую собой среднее количество (математическое ожидание) сбоев, которое может возникнуть в единицу времени на заданном участке орбиты КА. Причём, учитывая изменение радиационных условий вдоль орбиты КА, эта величина может отличаться для её разных участков.

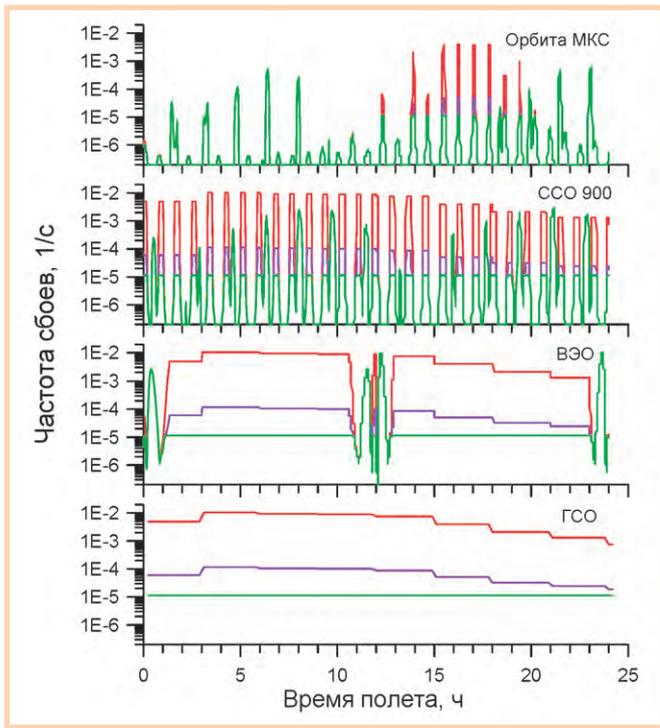
Для прогнозирования частоты сбоев в СБИС, находящихся на борту КА, существуют специальные расчётные методики. В настоящей работе результаты расчётов были получены с применением методики, разработанной в НИИЯФ МГУ [3, 4]. Эта методика использует компьютерные версии моделей потоков ВЭЧ трёх указанных радиационных полей околоземного КП (с учётом проникновения потоков частиц ГКЛ и СКЛ в магнитосферу Земли) и учитывает трансформацию этих потоков после прохождения защитных экранов различной толщины. В качестве исходных данных, характеризующих возможность возникновения инверсий ячеек памяти в СБИС ОЗУ при воздействии ВЭЧ, в методике используются специальные параметры (параметры чувствительности) СБИС, устанавливаемые в результате их испытаний на ускорителях тяжёлых ионов. Численные значения этих параметров для СБИС KM416V104ST, используемой в процессорной плате 2133 (5066) фирмы Octagon Systems, были получены в результате сопоставления и анализа параметров чувствительности, которые приведены в базе данных по адресу <http://Radnet.jpl.nasa.gov/compend.htm> для аналогичных СБИС динамической памяти (с учётом объёма памяти и фирмы-изготовителя).

Важной особенностью методики является возможность расчёта частоты

Таблица 1

Параметры рассматриваемых орбит КА

Вид орбиты	Высота, км	Наклонение, градус	Период, ч	Особенности орбиты
Орбита Международной космической станции (МКС)	450	51,6	1,56	Низкая стоимость вывода и посещения
Солнечно-синхронная орбита (ССО)	900 500	98 97	1,72 1,58	Обзор Земли при неизменных условиях освещения Солнцем
Высокоэллиптическая орбита (ВЭО)	500 (перигей), 40000 (апогей)	63	12	Обзор поверхности Северного полушария Земли
Геостационарная орбита (ГСО)	36000	0	24	Постоянный обзор заданной местности



Условные обозначения:
 — обычные радиационные условия;
 — особые радиационные условия;
 — экстремальные радиационные условия.

Рис. 2. Частота сбоев ОЗУ контроллера (две СБИС, 4 Мбайт) для орбит МКС, ССО 900, ВЭО, ГСО

сбоев в каждой точке орбиты, а следовательно, и определения зависимости этой величины от времени полёта (положения КА на орбите). Результаты таких расчётов для оперативной памяти процессорной платы 2133 (две СБИС КМ416V104ST – 4 Мбайт) приведены на рис. 2 для орбит МКС, ССО, ВЭО и ГКО. В расчётах предполагалось, что СБИС защищена сферическим экраном с толщиной 1 г/см². Графики показывают изменение частоты сбоев в контроллере при воздействии потоков ВЭЧ для радиационных условий трёх видов: обычных, особых и экстремальных. В обычных условиях КА находится 95-98% срока активного существования (САС), который, как правило, составляет 5-10 лет. В этом случае частота сбоев определяется постоянно существующими потоками ВЭЧ ГКО и ЕРПЗ. Во время особых радиационных условий дополнительно к потокам ВЭЧ ЕРПЗ и ГКО добавляется поток ВЭЧ «ординарного» события СКЛ. Этот поток характеризует верхний уровень потоков ВЭЧ СКЛ, которые могут проявляться в течение времени, соответствующего 2-5% от САС. При экстремальных радиационных условиях уровень потока ВЭЧ СКЛ значительно

выше. Он соответствует «мощным» событиям СКЛ, которые могут произойти только несколько раз в течение цикла солнечной активности и под влиянием которых КА может находиться в течение времени, составляющего не более 0,5% от САС.

На орбите МКС и ССО отмечаются пиковые всплески частоты сбоев во время полёта КА. В обычных радиационных условиях это объясняется неравномерным распределением (резкими

повышениями) потоков ВЭЧ ЕРПЗ и ГКО на отдельных участках орбиты. Причём наиболее резкие всплески наблюдаются в так называемых «опасных зонах» (ОЗ) над районом ЮАА, когда КА пересекает область потоков протонов ЕРПЗ повышенной интенсивности. В особых и экстремальных условиях появляются дополнительные пиковые всплески частоты сбоев, связанные с проникновением потоков ВЭЧ СКЛ на рассматриваемые орбиты (на орбите МКС такое случается только несколько раз в течение суток).

На ВЭО при обычных радиационных условиях пиковые всплески частоты сбоев наблюдаются в двух близко расположенных ОЗ во время пересечения ЕРПЗ. Всё оставшееся время в течение витка (~10 часов из 12-часового периода орбиты) частота сбоев, как и в случае ГСО, обусловлена потоками ВЭЧ ГКО при обычных радиационных условиях и потоками ВЭЧ СКЛ при особых и экстремальных радиационных условиях.

Средняя частота и количество сбоев

Приведённые на рис. 2 расчётные зависимости частоты сбоев в СБИС динамической памяти контроллера от времени полёта КА (положения КА на орбите) позволяют найти среднюю частоту сбоев $\langle v \rangle_{\Delta T}$, которую можно ожидать в памяти контроллера на любом протяжённом участке орбиты (ΔT – время прохождения участка) или на орбите за определённое расчётное время ΔT (ΔT – не менее суток полёта), по формуле:

$$\langle v \rangle_{\Delta T} = \frac{1}{\Delta T} \int_{T_0}^{T_0 + \Delta T} v(t) dt \quad (1)$$

Здесь T_0 – время, соответствующее началу расчётного участка орбиты КА.

Расчёт среднеорбитальной частоты сбоев ($\Delta T \geq 1$ сутки) является общепринятым в практике оценки работоспособности СБИС на орбите. Однако, учитывая резкие изменения частоты сбоев во время полёта КА на орбитах, проходящих через ЕРПЗ, представляется целесообразным усреднённое за расчётное время (обычно за сутки) количество сбоев (N) оценивать отдельно для участков орбиты вне ОЗ и для участков орбиты, соответствующих ОЗ. Расчёты проводились по формуле:

$$N = \sum_{i=1}^n \langle v \rangle_{\Delta T_i} \cdot \Delta T_i \quad (2)$$

Здесь ΔT_i и $\langle v \rangle_{\Delta T_i}$ – соответственно время нахождения КА и средняя частота сбоев на отдельных участках орбиты, расположенных только вне или только внутри ОЗ на i -м витке орбиты, а суммирование ведётся для n витков орбиты, которые КА совершает в течение расчётного времени.

В табл. 2 приведены значения N , рассчитанные для рассматриваемых орбит на участках вне ОЗ при обычных, особых, экстремальных радиационных условиях и расчётного времени 1 сутки. Результаты расчётов значений N при прохождении ОЗ представлены в табл. 3. В этом случае вычисления проводились только для тех из рассматриваемых орбит, которые проходят через особые зоны. Для таких орбит в табл. 3 дополнительно приводится доля суммарного времени нахождения КА в ОЗ в течение расчётного времени по отношению к этому расчётному времени. Для выбранного расчётного времени (тоже 1 сутки) эта доля практически совпадает с долей суммарного времени, которое КА на данной орбите проводит в ОЗ в течение всего САС.

Из таблиц 2 и 3 видно, что в обычных радиационных условиях основное количество сбоев возникает во время полёта КА в ОЗ, хотя суммарное время нахождения КА в этих зонах незначительно по отношению к полному расчётному времени. В экстремальных радиационных условиях большинство сбоев возникает на участках орбит, находящихся вне ОЗ.

Полученные данные об усреднённом за сутки количестве сбоев для разных

орбит и для их отдельных участков являются количественной оценкой, которую необходимо учитывать при разработке аппаратных и программных методов защиты от сбоев.

Особенности использования платы 2133 в составе ЦБК

Вычислительные ресурсы, а также простота разработки и отладки программного обеспечения позволяют рассматривать возможность использования IBM PC совместимых процессорных плат, в частности платы 2133 фирмы Octagon Systems, в качестве основного компонента центрального бортового компьютера (ЦБК) КА – вычислительного модуля (ВМ) [5]. ЦБК работает по жёсткому циклу (например, 100 мс), используя многозадачный режим работы. Задачи выполняются многократно, с разными входными данными, причём время выполнения отдельных задач существенно отличается по длительности, но не превышают 20 минут. Результаты вычислений используются для управления бортовой аппаратурой, могут храниться достаточно долго, использоваться в последующих циклах задачи, при решении других задач или для передачи на Землю.

Другим компонентом ЦБК является системный контроллер (СК), выполняющий функции внешнего диспетчера для ВМ, сбоеустойчивого хранения бортовой шкалы времени (БШВ), согласования с внешней магистралью, хранения и исполнения аварийных программ и т.п. СК имеет статическую память данных небольшого объёма и программное обеспечение, исполняемое из ПЗУ. В связи с этим опасность сбоев программы и данных от ВЭЧ будет для СК существенно меньше, чем для ВМ, использующего ОЗУ, поэтому ресурсы СК могут быть использованы также для защиты от последствий сбоев в работе ВМ. Между ВМ и СК предусматривается обязательный обмен в каждом цикле. При отсутствии обмена в течение заданного времени, например в течение 1 с, СК выдаёт аппаратный сигнал сброса (reset), после чего оперативная память ВМ обновляется и инициируется процесс восстановления вычислений. Помимо этого, таймер-сторож процессорной платы может блокироваться или настраиваться на прерывание, он поддерживается общим программным обеспечением. В свою очередь, в СК тоже имеется таймер-сторож, запускающий аварий-

ную программу в случае сбоя его основной программы.

Способы защиты бортовых контроллеров от последствий сбоев

Использование ТД

Как уже отмечалось, потоки ВЭЧ не искажают информацию в ячейках флэш-памяти ТД. Таким образом, очевидной возможностью минимизировать последствия сбоев памяти является максимальное применение ТД для хранения массивов данных и системной информации. Однако если число обращений по считыванию к ТД платы 2133 (DiskOnChip объёмом 16 Мбайт) не ограничено, то количество обращений по записи ограничено временем жизни диска τ . Это время, согласно документации TN-DOC-017 фирмы M-Systems, рассчитывается по формуле:

$$\tau = 100000 \cdot 0,75 \frac{V}{u} \quad (3)$$

Здесь 100000 – допустимое число записей в одну ячейку памяти, V – объём памяти микросхемы, u – объём записываемой за день информации.

Применяя формулу (3) для времени жизни $\tau = 10$ лет (САС КА) и объёма флэш-памяти $V = 16$ Мбайт, можно видеть, что максимальный объём записываемой на ТД информации будет со-

ставлять до $u = 328$ Мбайт ежедневно. Это существенно превышает объёмы, необходимые для решения бортовых задач управления.

ТД на основе флэш-памяти можно использовать не только для хранения массивов данных и системной информации. Текущие результаты вычислений в процессе обработки тоже записываются на ТД, причём частота записи выбирается, исходя из допустимого времени на восстановление в случае сбоя программы.

Принудительная перезагрузка программы в оперативную память

Не все сбои в ячейках памяти ОЗУ ВМ проявляются через ошибки в вычислениях или сбой программы. К некоторым ячейкам просто не бывает обращения, и среднесуточное число сбоев программы и данных может оказаться меньше, чем приведённое в табл. 2 число сбоев памяти. Однако реально с течением времени число искажённых ячеек будет увеличиваться и одновременно будет увеличиваться вероятность сбоев в работе программы.

Отсюда следует, что целесообразно проводить перезагрузку оперативной памяти, не дожидаясь проявления сбоя, с предварительной записью текущего состояния программы и текущих данных на ТД. После перезагрузки запуска-

Таблица 2

Среднее количество сбоев, которое ожидается в оперативной памяти контроллера, за сутки полёта КА на участках орбиты, находящихся вне ОЗ

Радиационные условия	Орбиты				
	МКС	ССО 500	ССО 900	ВЭО	ГКЛ
Обычные (0,95-0,98 САС)	0,08	0,25	0,4	0,65	0,75
Особые (0,02-0,05 САС)	0,11	1,2	1,8	4	4,5
Экстремальные (менее 0,005 САС)	3,8	98	138	325	380

Таблица 3

Параметры особых зон ЕРПЗ и среднее количество сбоев, которое ожидается в оперативной памяти контроллера за сутки полёта КА на участках орбиты, находящихся в ОЗ

Параметры ОЗ		МКС	ССО 500	ССО 900	ВЭО
Координаты	долгота	-10...-40°	-10...-40°	+10...-40°	—
	широта	-10...-60°	-10...-60°	-10...-60°	—
	высота, км	—	—	—	1000+5000
Время прохождения ОЗ		10-12 мин	10-11 мин	10-11 мин	2 часа
Число витков, пересекающих ОЗ за сутки		7-8	7-8	14-15	2
Доля суммарного времени нахождения КА в ОЗ по отношению к расчётному времени		0,07	0,06	0,12	11,5
Среднее количество сбоев в сутки при любых радиационных условиях		0,45	0,4	2,5	12

ется программа восстановления, которая обеспечивает продолжение работы основного многозадачного режима.

Перезагрузку памяти можно проводить перед ответственными работами, после прохождения особых зон, а также полезно её выполнять просто периодически.

Многократный пересчёт задачи

Избыточные вычислительные ресурсы процессорной платы при применении многозадачной операционной системы могут быть использованы для пересчёта одной и той же задачи несколько раз как разных задач, с точки зрения операционной системы. Полученные результаты сравниваются (например, по методу два из трёх), что позволяет отбраковать неправильный результат, не нарушая режим реального времени.

Передача функций локальным контроллерам

Восстановление после сбоя требует дополнительного времени. Между тем, задержка выдачи команд или сообщений в некоторых случаях может привести к серьёзным проблемам для бортовой аппаратуры КА. В [5] рассматривается структура взаимодействия ЦБК с

системами КА через локальные контроллеры с автономными синхронизируемыми счётчиками БШВ. В локальных контроллерах вероятность сбоев будет значительно ниже, чем в ЦБК, и они могут выполнять короткие задачи без обращения к ЦБК в режиме реального времени по предварительным закладкам, заранее формируемым ЦБК в виде временных программ. В этом случае задержки на восстановление вычислительного процесса ЦБК не будут влиять на диаграмму управления.

Привязка к положению на орбите

Как правило, КА имеет систему навигации, позволяющую заранее определить время прохождения аппаратом тех или иных участков орбиты, в том числе и особых зон, когда частота сбоев весьма высока (табл. 3). В таких случаях, например на ВЭО при прохождении участка ЕРПЗ, целесообразно приостановить ответственные вычисления.

Защита от «зависания» программы

Для обнаружения сбоев, вызванных нарушением предусмотренного хода программы, в управляющих индустри-

альных контроллерах (в том числе и в плате 2133 фирмы Octagon Systems) используется специальный таймер-сторож. Во всех вариантах корректного выполнения программы должен быть предусмотрен периодический сброс таймера-сторожа. Если такого сброса нет в течение заданного времени (для платы 2133 это время составляет 1,6 с), таймер-сторож вырабатывает сигнал прерывания или перезагрузки программы с ТД (в зависимости от установки переключки на плате) и работа программы продолжается по предусмотренным алгоритмам восстановления. Этот же механизм (задержка выдачи сброса) может использоваться целевой программой в случае получения недостоверных результатов (например, из-за выхода за пределы допуска). В некоторых случаях жёсткая установка времени срабатывания встроенного таймера-сторожа на уровне секунд недопустима, и использование таймера-сторожа, входящего в состав платы, может оказаться проблематичным.

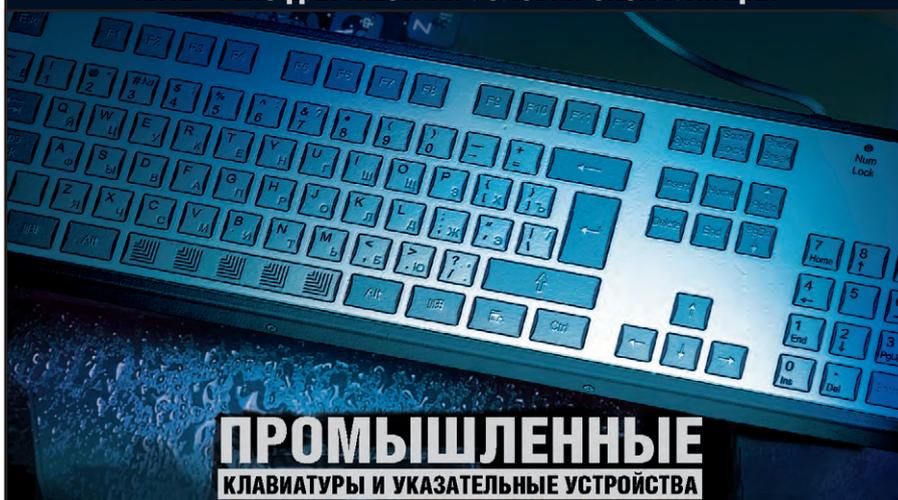
Специальный режим

В случае экстремальных радиационных условий число сбоев памяти может достигать до 1-2 сбоев в минуту, что делает проблематичной нормальную работу и может привести к необратимым последствиям, особенно если это относится к задачам ориентации или энергоснабжения. Наряду с этим можно рассматривать и полный отказ ВМ. Поэтому при неустойчивом обмене ВМ — СК или его длительном отсутствии начинает в специальном режиме работать аварийная временная программа СК, обеспечивающая безопасный останов для большинства систем КА, проведение тестирования ВМ и при необходимости переключение на другой комплект. Переход на специальный режим и переключение комплектов может производиться и по командам с Земли.

Отладка программного обеспечения

Достижение высокой сбоеустойчивости во многом зависит от организации и качества отладки программного обеспечения в ходе наземных стендовых испытаний при имитации сбоев с учётом ожидаемой частоты их появления на предполагаемой орбите. Для отработки режима восстановления в большинстве случаев достаточно подавать внешний сигнал аппаратного сброса (reset) в случайные или задан-

УДОБНЫЙ И НАДЕЖНЫЙ ИНТЕРФЕЙС ДЛЯ ЖЁСТКИХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ



ПРОМЫШЛЕННЫЕ КЛАВИАТУРЫ И УКАЗАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

- Степень защиты до IP67
- Защищённый корпус или передняя панель
- До 10 миллионов нажатий
- Модели с подсветкой и/или интегрированными манипуляторами
- Диапазоны рабочих температур 0...+ 55 и -40...+ 90 °C
- Модели для монтажа в панель, 19" стойки или настольного исполнения

#193

InduKey

Официальный дистрибьютор –
компания ПРОСОФТ
(095) 234-06-36 • www.prosoft.ru

ные моменты выполнения целевых программ. Такого рода отработка повышает качество программного обеспечения, в том числе выявляет алгоритмические и программные ошибки.

Отладка комплекса ЦБК в целом

Предлагаемые способы защиты от сбоев носят общий характер и ориентированы на использование платы 2133 в составе ЦБК. Возможность применения тех или иных способов зависит от целевого назначения аппаратуры, используемой операционной системы, запасов ресурсов процессорной платы для решаемых задач, а также от пристрастий разработчиков. Реализация данных способов защиты от сбоев, в конечном счёте, создаёт условия для отказа от многоканальной структуры ЦБК и перехода к одноканальной структуре ЦБК с «холодным» резервом [5], что снижает энергопотребление, увеличивает радиационную стойкость, надёжность и срок активного существования ЦБК.

Выводы

1. Потоки ВЭЧ КП являются основной причиной сбоев в IBM PC совместимых контроллерах, работающих на

борту КА. В основном эти сбои происходят из-за случайных инверсий логического состояния ячеек СБИС оперативной памяти. В ячейках СБИС флэш-памяти (твердотельного диска) этот эффект отсутствует.

2. Расчётные методики НИИЯФ МГУ позволяют количественно оценить частоту сбоев в СБИС оперативной памяти контроллера на различных орбитах и их локальных участках с учётом неравномерного распределения потоков частиц в пространстве и во времени.
3. Реализация различных способов защиты от последствий сбоев и применение принудительного переключения режима [6] создают условия для обеспечения потенциальной возможности использования процессорных плат 2133 на основных орбитах КА. ●

ЛИТЕРАТУРА

1. Schwartz H.R., Nichols D.K. and Johnston A.H. Single-Event Upset in Flash Memories// IEEE Transactions on Nuclear Science. — 1997. — Vol. 44. — No 6. — P. 2215-2324.
2. Кузнецов Н.В., Панасюк М.И. Космическая радиация и прогнозирование сбое- и отказоустойчивости интегральных микросхем в бортовой аппаратуре космичес-

ких аппаратов// Вопросы атомной науки и техники (ВАНТ): сб. Серия «Радиационное воздействие на радиоэлектронную аппаратуру». — 2001. — Вып. 1-2. — С. 3-8.

3. Новые наукоёмкие технологии в технике// Энциклопедия. Т. 16. Воздействие космической среды на материалы и оборудование космических аппаратов/ Под ред. Л.С.Новикова и М.И.Панасюк. — М.: ЭНЦИТЕХ, 2000.
4. Башкиров В.Ф., Кузнецов Н.В., Ныммик Р. А. Оценка интенсивности одиночных сбоев на космических аппаратах// Вопросы атомной науки и техники (ВАНТ): сб. Серия «Радиационное воздействие на радиоэлектронную аппаратуру». — 1999. — Вып. 1-2. — С. 136-140.
5. Гобчанский О.П. Проблемы создания бортовых вычислительных комплексов малых космических аппаратов// Современные технологии автоматизации. — 2001. — № 4.
6. Гобчанский О.П., Попов В.Д., Николаев Ю.М. Повышение радиационной стойкости промышленных средств автоматики в составе бортовой аппаратуры// Современные технологии автоматизации. — 2001. — № 4.

Авторы – сотрудники РНИИ КП и НИИЯФ МГУ

Телефоны: (095) 673-9354, 932-8861

Только для умных голов!

новый журнал для специалистов

- События рынка
- Компоненты
- Схемные решения
- Модули и приборы
- Системы и сети
- Проектирование и моделирование
- Технологии и материалы

СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА 2005

СОВРЕМЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Тел.: (095) 232-00-87 • WWW.SOEL.RU

Комплекс тестирования цифровой аппаратуры бортового ретранслятора космического аппарата

Сергей Стругов

Описанный комплекс тестирования устройств бортового ретранслятора космического аппарата выполнен на модулях ADAM серии 4000. Разработка проведена на основе анализа организации управления и телеметрического контроля бортовой аппаратуры. Представлены основные принципы построения комплекса, приведены его технические характеристики и необходимые схемы. Показано, что реализованный в комплексе модульный подход позволяет сократить временные и финансовые затраты на требуемые проверки, а также обеспечивает простую и быструю перенастройку комплекса на другой тип тестируемой аппаратуры.

Введение

С каждым десятилетием нарастают темпы освоения космоса. Современные многочисленные потомки первого искусственного спутника Земли заняли различные орбиты в околоземном пространстве. Их роли и решаемые задачи различны. Здесь представлены спутники связи и метеорологические, спутники экологического мониторинга, специального назначения, научные и даже учебные. У всех космических аппаратов (КА) есть наукоёмкая «начинка», которая заключена в специально приспособленный для жёстких условий космоса корпус. Внутри этой оболочки находится сложнейшая аппаратура, функционирующая согласно заложенной программе автоматически либо по командам с Земли. Для того чтобы КА правильно и надёжно функционировал на орбите, ещё на Земле должно быть проведено большое количество проверок и тестов с целью устранения возможных неполадок.

Проблемы контроля и тестирования

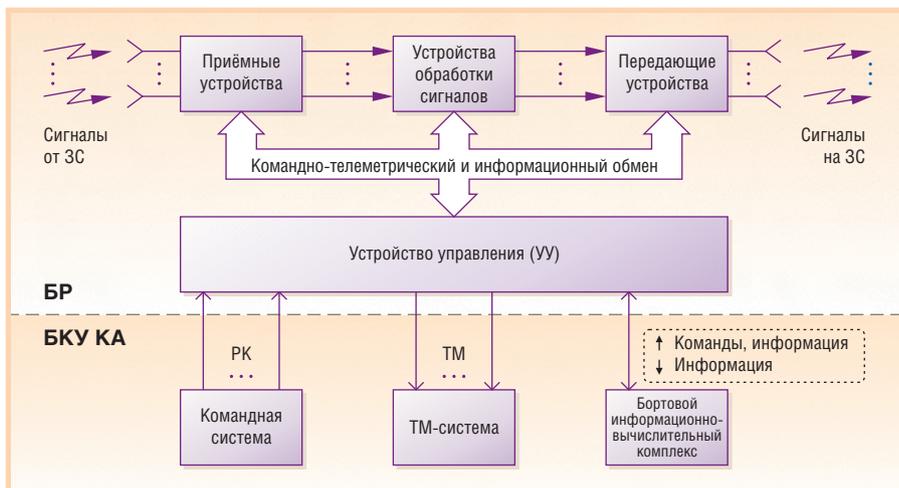
Бортовой ретранслятор (БР) в составе КА осуществляет приём, обработку и ретрансляцию информации. В качестве её источников и получателей выступают земные станции (ЗС). Между БР и бортовым вычислительным комплексом КА осуществляется команд-

но-телеметрический и информационный обмен.

Первый контроль БР необходимо проводить уже на этапе разработки отдельных его узлов. Это создаёт проблемы не только проверки аппаратуры, но и обеспечения возможности простого и удобного для оператора контроля корректности функционирования системы. Таким образом, на начальном этапе проектирования системы возникает ещё одна немаловажная задача — тестирование и отладка управляющей

системы. Важность этой задачи не вызывает сомнения, так как в комплексе управляющая система занимает ведущее место и её выход из строя или некорректная работа способны сделать бесполезной даже правильную работу отдельных функциональных блоков.

Для решения данной проблемы обычно используют специально создаваемую контрольную проверочную (КПА) и тестовую наладочную аппаратуру (ТНА). Как правило, проверочная



Условные обозначения:

БКУ КА — бортовой комплекс управления космического аппарата; БР — бортовой ретранслятор; ЗС — земная станция; РК — разовые команды; ТМ — телеметрия.

Рис. 1. Схема взаимодействия УУ бортового ретранслятора с различными системами и устройствами КА

(тестирующая) система состоит из аппаратной и программной частей.

УПРАВЛЕНИЕ И ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ БОРТОВОГО РЕТРАНСЛЯТОРА

Рассматриваемый БР с обработкой сигналов является полезной нагрузкой связного КА. Он осуществляет приём информационных сигналов от ЗС, их усиление, обработку (демодуляцию, декодирование с последующим кодированием и модуляцией несущих частот) и передачу на ЗС.

Данный БР является сложным многофункциональным комплексом, в котором можно выделить следующие основные элементы (рис. 1):

- приёмно-передающие устройства (антенны, конверторы частоты «вниз» и «вверх», усилители мощности);
- устройства обработки сигналов (УОС);
- устройство управления (УУ).

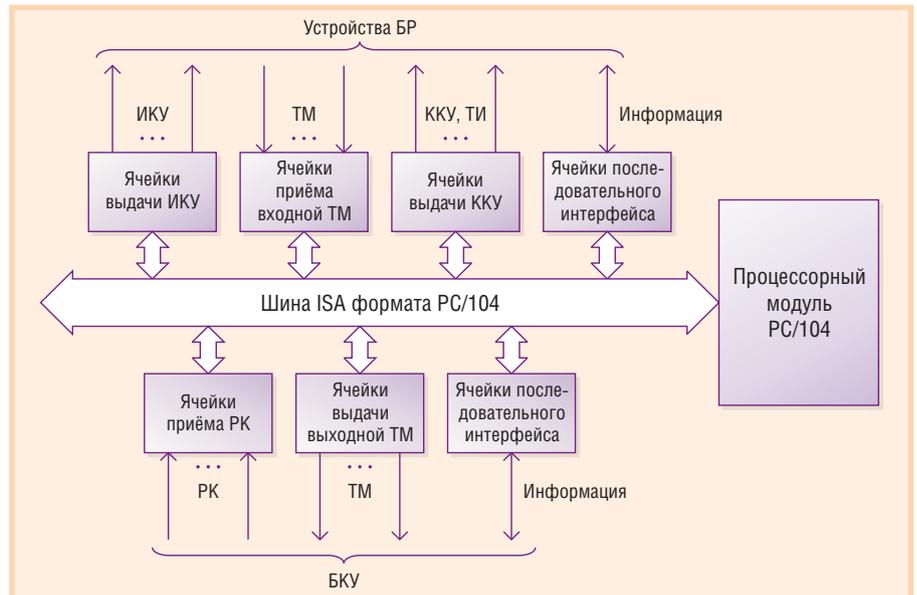
УУ в составе БР взаимодействует, с одной стороны, с устройствами БР, с другой стороны – с системами бортового комплекса управления (БКУ) КА, в том числе с командной системой, телеметрической системой (ТМ-системой) и бортовым информационно-вычислительным комплексом (БИВК).

Такое построение системы управления БР с использованием УУ (так называемое централизованное управление) ведёт к существенному выигрышу по массе и потребляемой мощности устройств БР по сравнению с вариантом создания распределённой системы управления, в которой блоки и устройства БР управляются и телеметрируются непосредственно от БКУ. Вследствие естественных ограничений БР по массе и потребляемой мощности такой выигрыш является определяющим.

Система управления БР с использованием УУ была успешно применена в БР «СФИНКС» для КА «Купон», созданного по заказу ЦБ РФ (разработки ГУП НПО «СПУРТ»).

УУ осуществляет командно-телеметрическое и информационное взаимодействие с системами БКУ следующими типами сигналов:

- разовые команды (РК) «провод-команда», поступающие от командной системы импульсами –27 В длительностью 0,2...0,6 с;
- ТМ-сигналы, выдаваемые УУ в ТМ-систему, подразделяющиеся на сигнальные (логические 0/1) и аналоговые (напряжение 0...6 В);



Условные обозначения:

БКУ — бортовой комплекс управления; БР — бортовой ретранслятор; ИКУ — импульсные команды управления; ККУ — кодовые команды управления; ТИ — тактовые импульсы; РК — разовые команды; ТМ — телеметрия.

Рис. 2. Структурная схема одного канала УУ БР

- сигналы последовательного интерфейса (RS-485) с БИВК.

УУ для управления и телеметрирования устройств БР обменивается с ними сигналами следующих типов:

- импульсными командами управления (ИКУ) напряжением 3,4...5 В и длительностью 1...200 мс;
- кодовыми командами управления (ККУ), выдаваемыми из УУ последовательным 16- или 32-разрядным кодом в сопровождении тактовых импульсов;
- сигналами последовательных интерфейсов (RS-232, RS-485);
- дискретными и аналоговыми ТМ-сигналами.

Число РК, ТМ-сигналов, ИКУ определяется функциональной сложностью БР и достигает сотен штук для каждого типа команд или сигналов телеметрии. Все перечисленные типы управляющих и ТМ-сигналов задействованы в алгоритмах управления и контроля БР, которые для ретранслятора с обработкой сигналов характеризуются значительной сложностью и требуют достаточно высокого быстродействия УУ.

На рис. 2 представлена структурная схема одного канала УУ БР, центральным ядром которого является процессорный модуль формата PC/104. Приём и выдачу сигналов каждого типа осуществляют специализированные ячейки, связанные с процессорным модулем шиной ISA. В состав специализированных ячеек входят программируемые ло-

гические интегральные схемы (ПЛИС), контроллеры, оптронные развязки и т.п. Следует отметить, что для обеспечения срока эксплуатации БР на орбите 5...10 лет в составе УУ необходимо иметь не менее 3 каналов, следовательно, количество ячеек в УУ утраивается.

Принципы построения комплекса тестирования

Процесс регулировки и испытаний большого количества (30–36 шт.) ячеек разных типов и в целом УУ требует создания в приемлемые сроки комплекса тестирования, который бы обеспечивал:

- реализацию анализа сигналов в «ручном» (операторном) и автоматическом режимах;
- минимизацию времени проверок;
- возможность проведения проверок оператором даже средней квалификации;
- возможность расширения и модификации комплекса тестирования.

Аппаратура для тестирования может быть специализированной, то есть разработанной для конкретного УУ, или универсальной (например, построенной по VХI-технологии). И тот и другой путь характеризуется высокой ценой, значительным временем изготовления, сложным заказным программным обеспечением и поэтому не позволяет оптимизировать решение задачи тестирования по критериям «сроки – цена – качество проверки».

МОДУЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Активная коррекция коэффициента мощности в соответствии с ГОСТ Р 51317.3.2-99

Заказные конфигурации

Низкий профиль, установка в конструктивы 1U

LP-серия предлагает 4 силовые платформы

До 5 пяти конфигурируемых выходных каналов: 1,8...48 В

Исполнение медицинское и общепромышленное

Среднее время безотказной работы



С выходными мощностями

MP-серия предлагает до 10 силовых платформ

До 24 конфигурируемых выходных каналов: 1,8...60 В

Среднее время безотказной работы >200 000 ч



С выходными мощностями 300-2400 Вт



THE XPERTS IN POWER

#225

ProSoft®

www.prosoft.ru

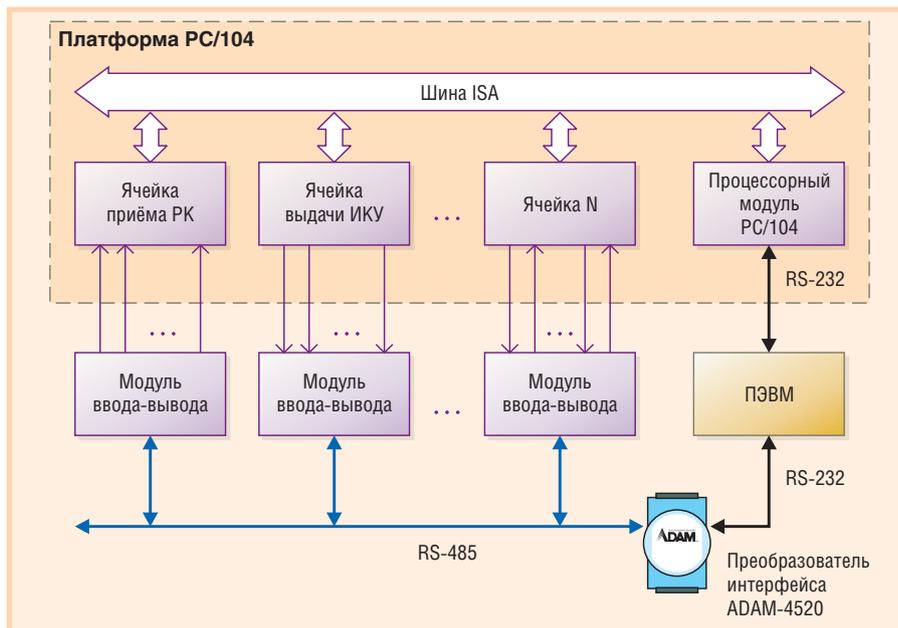


Рис. 3. Схема модульного построения аппаратуры для тестирования ячеек УУ с использованием платформы PC/104

Предлагаемый вариант модульного подхода к созданию аппаратуры для тестирования БР заключается в использовании недорогих специализированных модулей ввода-вывода сигналов и данных разных типов. При этом каждый модуль работает с сигналами только одного типа (ПК, ИКУ, ТМ и т.п.), и из таких модулей, как из конструктора, собирается единое пространство комплекса тестирования, объединённое общим интерфейсом.

На рис. 3 изображена общая схема взаимодействия модулей и тестируемых ячеек. Ячейки взаимодействуют с модулями (принимают от них команды и телеметрическую информацию, выдают команды и телеметрическую информацию). Модули объединяются в сеть по интерфейсу RS-485, замкнутому на ПЭВМ. Для доступа к ячейкам по шине ISA используется платформа PC/104 с процессорным модулем.

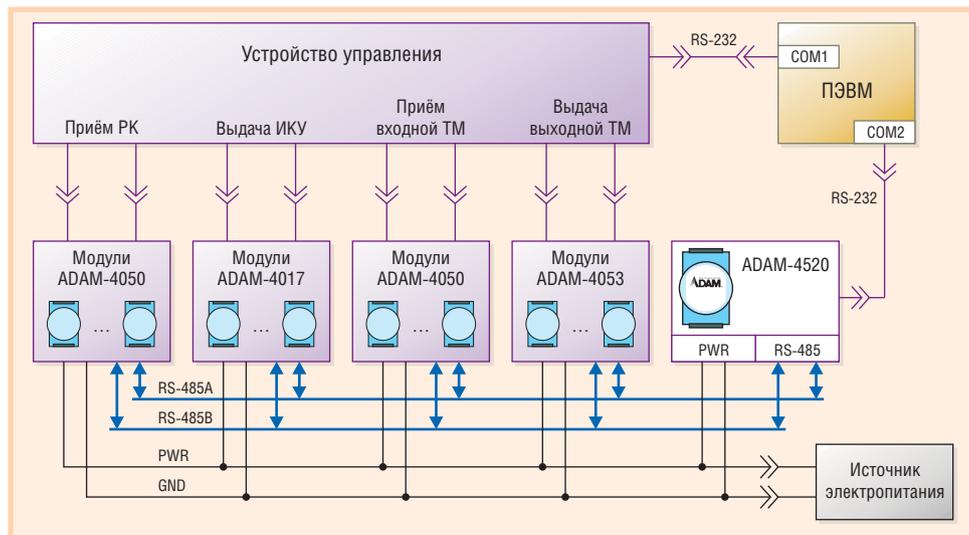
В настоящее время фирма Advantech выпускает различные типы недорогих модулей ввода-вывода данных, в том числе модули серии ADAM-4000, сертифицированные в России как средства измерения. Именно эти модули как устройства, которые в наибольшей степени среди аналогичных изделий соответствуют сформулированным требованиям и принятым критериям, были выбраны для построения комплекса тестирования.

Модули серии ADAM-4000 реализованы в однотипных корпусах и при необходимости могут монтироваться на панель, на DIN-рельс, друг на друга и

т.д. В рассматриваемом комплексе тестирования для их крепления была изготовлена стойка. Для электрических соединений тестируемой аппаратуры с модулями их входы и выходы выводятся на многоконтактные разъёмы типа СНП-96, установленные на стойке. К этим разъёмам подключаются непосредственно ячейки или УУ. Модули объединяются по интерфейсу RS-485. Каждый из них обладает индивидуальным адресом и по нему получает команды управления и конфигурацию от ПЭВМ. Преобразование интерфейса RS-232 в интерфейс RS-485, необходимое для подключения модулей ввода-вывода к ПЭВМ, производится устройством ADAM-4520.

Программирование рабочих тестов не составляет труда и выполняется с использованием языка высокого уровня Delphi. В общем случае программное обеспечение (ПО) для тестирования состоит из двух разделов: первый записывается в вычислительный модуль PC/104, а второй находится в ПЭВМ, с помощью которой выводятся визуальная информация, отчёты и осуществляется управление системой тестирования. Первый раздел ПО выдаёт квитанции о получении входных сигналов либо исполняет команды на выдачу выходных сигналов. Второй раздел формирует запросы, принимает квитанции, анализирует сигналы, выдает отчёты при автоматической проверке.

Средствами Delphi можно достаточно просто создать интерфейс про-



Условные обозначения:

ADAM-4017 — модуль аналогового ввода (8 каналов); ADAM-4050 — модуль дискретного ввода-вывода; ADAM-4053 — модуль дискретного ввода (16 каналов); ADAM-4520 — модуль преобразователя интерфейса RS-232 в RS-422/485; PWR — напряжение электропитания; GND — заземление.

Рис. 4. Схема рабочего места для тестирования устройства управления

граммы для наблюдения всего процесса тестирования, показать состояния всех входов и выходов аппаратуры, направление потоков информации, а при автоматической проверке — и сформировать файл отчёта. Команды модулям направляются по RS-232, квитанции с информацией поступают также по RS-232, то есть весь диалог с модулями сводится к чтению/записи информации через COM-порт, поэтому программист среднего уровня квалификации без проблем справляется с созданием подобного рода программ.

Переход с одного вида тестируемой аппаратуры на другой заключается в изготовлении новых соединительных кабелей, доработке ПО и изменении числа требуемых модулей.

Создание комплекса тестирования на основе модулей ADAM-4000 позволяет свести его разработку к перечисляемому далее основным шагам.

Шаг 1. Определение типов сигналов (на этом этапе производится подсчёт, анализ и определение физических характеристик всех типов выдаваемых и регистрируемых сигналов тестируемой аппаратуры).

Шаг 2. Определение типов и количества модулей для построения комплекса тестирования, соответствующих всему набору сигналов, выявленному на шаге 1 (здесь же производится анализ готовых решений из предыдущих проектов; если есть подходящие решения, они используются в комплексе).

Шаг 3. Расчёт параметров входных и выходных цепей для измерительной системы, согласование входных и выходных сигналов тестируемой аппаратуры с выходными и входными цепями модулей.

Шаг 4. Проектирование кабельной сети и посадочных мест модулей.

Шаг 5. Программирование модулей (конфигурирование модулей, настройка режимов работы, адресация и т.д.).

Шаг 6. Разработка управляющей программы (на этом этапе производится выбор алгоритма проверки аппаратуры и его реализация).

Шаг 7. Отладка комплекса тестирования.

Шаг 8. Разработка инструкций оператору комплекса и другой эксплуатационной документации.

Разработанный комплекс тестирования может применяться для регулировки и испытаний составных частей и устройств в целом, а также использоваться для отладки ПО.

Благодаря реализованным принципам построения комплекса тестирования, которые базируются на модульном подходе, использовании модулей ADAM-4000 и их объединении общим интерфейсом, были выполнены основные требования, связанные с обеспечением сжатых сроков создания комплекса и возможности его расширения, а также с относительной простотой перенастройки на другой тип тестируемой аппаратуры. Разработанное ПО поддерживает необходимые

режимы работы комплекса, отличается простотой и легко адаптируется к смене тестируемого устройства.

РАБОЧЕЕ МЕСТО КОМПЛЕКСА

На рис. 4 представлена схема рабочего места для тестирования устройства управления.

Панель управления и индикации, высвечиваемая на экране ПЭВМ рабочего места в режиме проверки ячейки приёма РК, показана на рис. 5. Состояния выдаваемых РК (логические 0/1) задаются программно процессорным модулем PC/104 и инициализируются кнопками на панели, после чего ячейка приёма РК регистрирует команду и процессорный модуль по шине ISA получает информацию о ней. Для автоматической проверки ячейки приёма РК необходимо задать режим «Прогон РК». Отчёт формируется в текстовом файле и содержит информацию о зарегистрированных РК.

Общий вид рабочего места комплекса тестирования в одной из возможных конфигураций показан на рис. 6.

Количество сигналов и модулей разных типов, используемых при тестировании ячеек УУ БР, отражает табл. 1.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Стоимость оборудования описанного комплекса тестирования УУ БР чуть превысила 5000 долларов США. Эта сумма значительно меньше стоимости универсальных цифровых приборов (например, анализаторов каналов стоимостью 10...50 тыс. долларов США) и

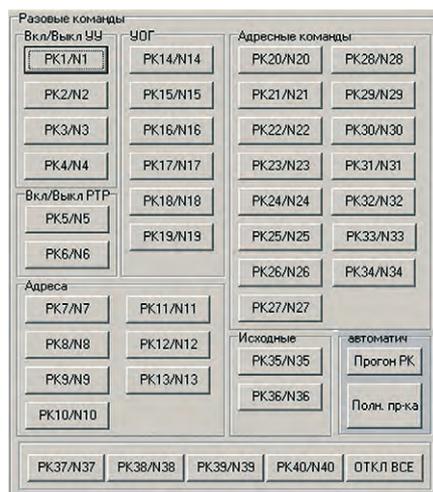


Рис. 5. Панель управления и индикации на экране ПЭВМ рабочего места в режиме проверки ячейки приёма РК

тем более несопоставима с затратами на разработку специальной аппаратуры для тестирования УУ БР. При этом время, реально потраченное на создание комплекса тестирования и его программного обеспечения, не идёт ни в какое сравнение со временем, необходимым для разработки комплекса специальной аппаратуры. Кроме того, в разработке представленного комплекса тестирования было задействовано всего несколько человек.

Комплекс тестирования цифровой аппаратуры бортового ретранслятора космического аппарата, собранный на модулях ADAM серии 4000, позволил в кратчайшие сроки и с минимальными затратами осуществить полный цикл регулировки и испытаний большого числа цифровых ячеек, входящих в состав устройства управления бортового ретранслятора, и УУ в целом.

Предложенный модульный подход к созданию комплексов тестирования в настоящее время успешно применяется в ГУП НПЦ «СПУРТ».

**Автор — сотрудник
ГУП НПЦ «СПУРТ»**

Телефон: (095) 531-5719 (доб. 165)

Таблица 1

Количество сигналов и модулей разных типов, используемых при тестировании ячеек УУ БР

Тип ячейки	Количество тестируемых сигналов	Тип модуля серии ADAM-4000	Количество модулей
Приём РК	96	ADAM-4050	6
Выдача ИКУ	42	ADAM-4017	24
Приём входной телеметрии	64	ADAM-4050	9
Выдача выходной телеметрии	128	ADAM-4053	9



Рис. 6. Общий вид рабочего места комплекса тестирования



HIRSCHMANN

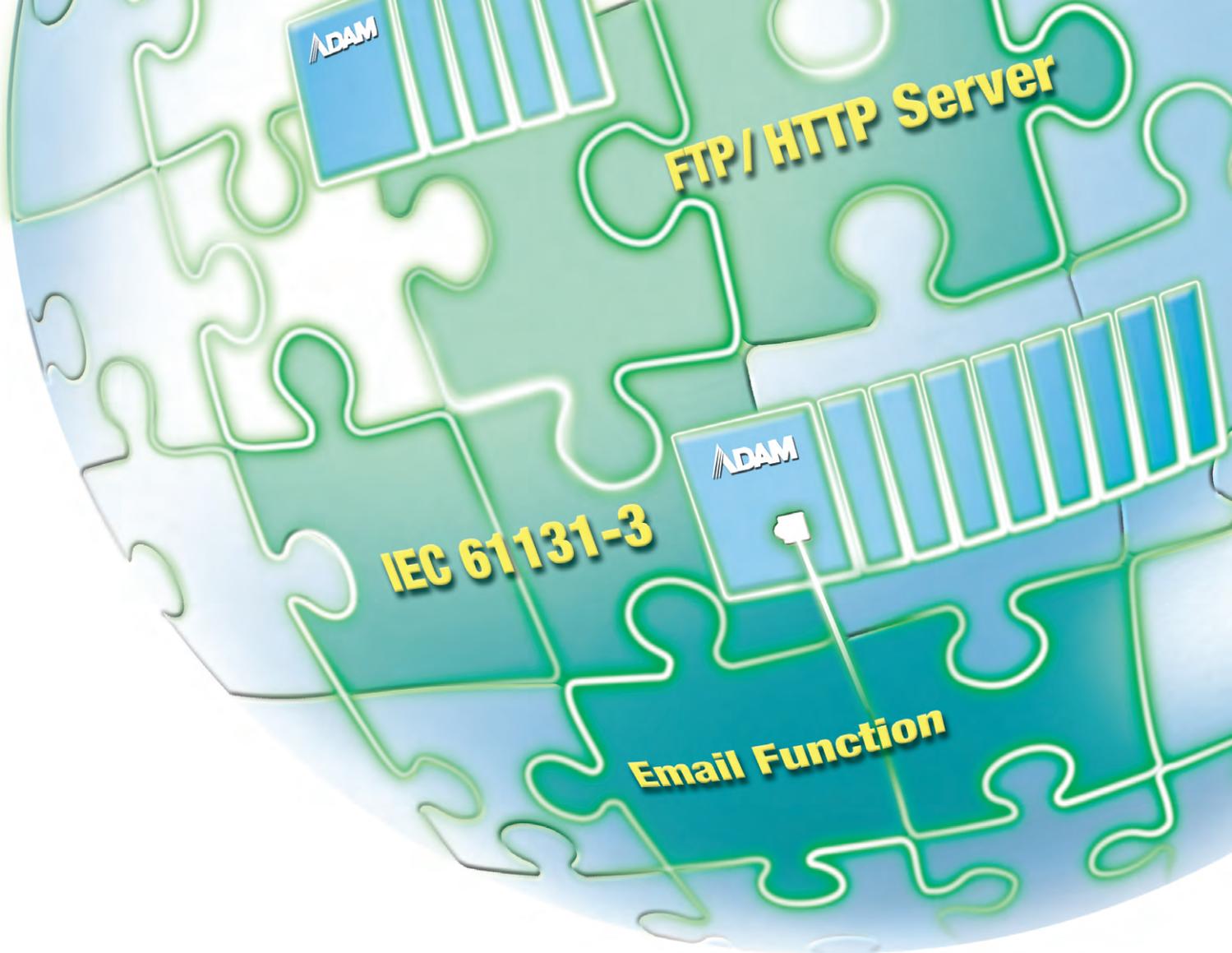
"ВНЕДОРОЖНИКИ" для Ethernet



ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ СЕТЕЙ

Закажите **БЕСПЛАТНЫЙ CD-ROM Hirschmann**
по факсу (095) 234-0640 или на сайте www.prosoft.ru



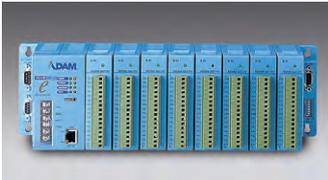


Убедись в лёгкости управления с ADAM-5000!

Advancing eAutomation

Системы распределённого ввода-вывода

Ethernet



ADAM-5000/TCP

Система сбора данных и управления с 8 слотами расширения

RS-485



ADAM-5000/485

Система сбора данных и управления с 4 слотами расширения

ADAM-5000E

Система сбора данных и управления с 8 слотами расширения

Контроллеры

Ethernet



ADAM-5510E/TCP

IBM PC совместимый свободно программируемый контроллер с 8 слотами расширения

ADAM-5510EKW/TP

Программируемый логический контроллер с 8 слотами расширения

ADAM-5510/TCP

IBM PC совместимый свободно программируемый контроллер с 4 слотами расширения

RS-485



ADAM-5510, ADAM-5510M

IBM PC совместимый свободно программируемый контроллер с 4 слотами расширения

ADAM-5510KW

Программируемый логический контроллер с 4 слотами расширения

ADAM-5510E

IBM PC совместимый свободно программируемый контроллер с 8 слотами расширения

ADAM-5510EKW

Программируемый логический контроллер с 8 слотами расширения

ADVANTECH

eAutomation

Advantech Industrial Automation

Web: www.advantech.com/eA

Email: info@advantech.com.tw

PROSOFT®

МОСКВА

Телефон: (095) 234-0636 • Факс: (095) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

С.-ПЕТЕРБУРГ

Телефон: (812) 325-3790 • Факс: (812) 325-3791 • E-mail: root@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

ЕКАТЕРИНБУРГ

Телефон/факс: (343) 376-2820/376-2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru

Комплекс телемеханики SuperRTU-4

Владимир Зенкин, Геннадий Петров, Владимир Рыбаков, Андрей Ермошин, Александр Голов, Сергей Голованов, Сергей Чекмарёв

Информационно-управляющий телемеханический комплекс SuperRTU-4 предназначен для обеспечения автоматического контроля и автоматизированного управления технологическими процессами и оборудованием линейной части магистральных газопроводов, коллекторов газовых промыслов и газораспределительных станций в условиях периодического технического обслуживания.

В состав SuperRTU-4 входят:

- комплекс HOST-4 — пункт управления (ПУ);
- комплексы RTU-4 — контролируемые пункты (КП).

Возможности и состав комплекса

- Количество направлений линий связи — до 8.
- Количество КП на одном направлении — до 30.
- Виды линий связи между КП и ПУ:
 - 2- и 4-проводные некоммутируемые каналы тональной частоты;
 - радиоканал в УКВ-диапазоне;
 - оптоволоконные линии связи.

Комплекс HOST-4

Комплекс HOST-4 состоит из персонального компьютера с установленным программным обеспечением (ПО) HOST-4 промышленного или офисного исполнения, блока бесперебойного питания, программируемых модемов связи, количество которых определяется количеством направлений линий связи (до 8 в одном блоке связи БЛУ-49).

Программируемые модемы блока связи БЛУ-49 выполнены на базе модуля мастер-контроллера комплекса КП RTU-4 и поддерживают следующие интерфейсы и режимы работы:

- 2 последовательных цифровых интерфейса RS-232 и RS-485 со скоростью обмена до 115 кбод;
- 4-проводной канал тональной частоты (ТЧ), FSK-манипуляция — скорость обмена 1200 бод;

- 4-проводной канал тональной частоты (ТЧ), FFSK-манипуляция — скорость обмена 1200, 2400 и 4800 бод;
 - 2-проводной канал ТЧ (протокол Bell-202);
 - «прозрачный» протокол передачи данных;
 - защищённый протокол RTU-4 с проверкой контрольной суммы CRC16.
- Модификация блока связи БЛУ-49 (базовый селектор) на одно направление устанавливается также на базовых узлах связи. При этом обеспечивается избирательный доступ только к тем КП, которые находятся в зоне его ответственности (до 30 КП), и программно-аппаратное сопряжение аппаратуры связи с различными физическими интерфейсами.

Поддерживается одновременная работа семи селекторов связи, каждый из которых имеет свой базовый адрес (от 1 до 7).

Программное обеспечение HOST-4

Программное обеспечение (ПО) комплекса HOST-4 (рис. 1) разработано в двух вариантах:

- ПО, работающее под управлением операционной системы реального времени QNX (версия 4.25);
- ПО, работающее под управлением операционных систем Windows 2000, Windows XP.

ПО HOST-4 обеспечивает выполнение следующих основных функций:

- формирование запросов и команд (чтение данных и управление исполнительными механизмами);
- отображение на экране монитора текущих значений измеряемых параметров, значений расхода газа в табличном и графическом виде;
- формирование, архивирование и вывод на печать сводок и отчётов о работе контролируемого объекта за заданный интервал времени;
- функционирование в локальной вычислительной сети управления магистральных газопроводов (УМГ);
- передача информации на верхний уровень управления.

HOST-4 имеет в своём составе графический редактор, позволяющий создавать и редактировать базу графических изображений, создавать таблицы, графики и библиотеки различных объектов (краны, газораспределительные станции и т.д.).

В составе ПО HOST-4 имеется модуль конфигурации, позволяющий создавать информационную базу данных SuperRTU-4 и осуществлять её привязку к базе графических изображений.

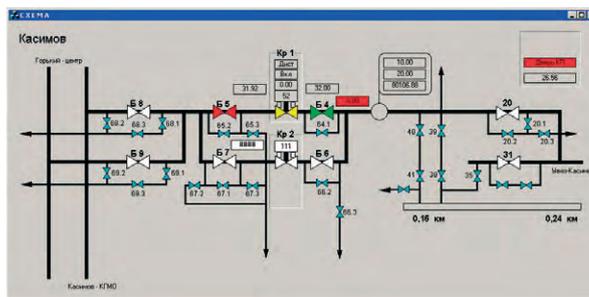


Рис. 1. Видеокادر ПО HOST-4 (Касимовское подземное хранилище газа — ПХГ)



Рис. 2. Контролируемый пункт телемеханики

Комплекс КП RTU-4

Контролируемый пункт телемеханики RTU-4 (рис. 2) выполнен как модульный комплекс программно-технических средств, предназначенный для работы на газораспределительных станциях (ГРС), замерных узлах, крановых площадках и других объектах телемеханики.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ RTU-4 (КП)

КП состоит из модуля мастер-контроллера и набора функциональных модулей ввода-вывода УСО (устройство связи с объектом), количество которых определяется проектом заказчика.

Каждый из модулей УСО представляет собой интеллектуальный контроллер с определённым набором входов и выходов, осуществляющий всю необходимую предварительную обработку сигналов.

Основные технические характеристики модулей комплекса RTU-4 приведены в табл. 1.

Максимальное количество функциональных модулей, расположенных на шине КП, 64.

КП RTU-4 обеспечивает выполнение следующих функций:

- циклический мониторинг модулей УСО комплекса;
- циклический мониторинг вычислителей расхода газа (Суперфлоу-ПЕ, Суперфлоу-ПЕТ, Суперфлоу-21В, корректора объёма газа SEVC-D);
- циклический опрос и управление станциями катодной защиты;
- передачу информации на пульт оператора ПуУ-28 по гальванически развязанному RS-485, каналу тональной частоты или по радиоканалу;
- циклический мониторинг систем контроля и управления САУ ГРС (система автоматизированного управления газораспределительной станцией), САУ ГИС (система автоматизированного управления газоизмерительной станцией), СОУ (система обнаружения утечек) по протоколу ModBus RTU (RS-232, RS-485);
- одновременную передачу информации на основной и удалённый терминалы верхнего уровня (комплексы HOST-4);

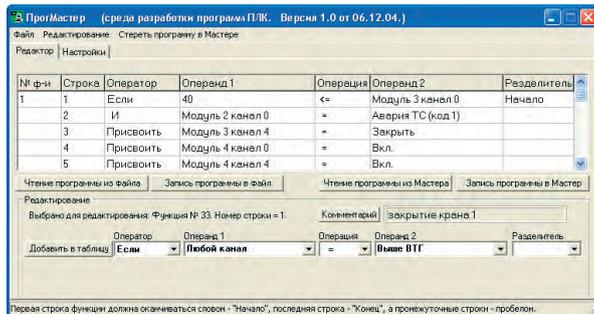
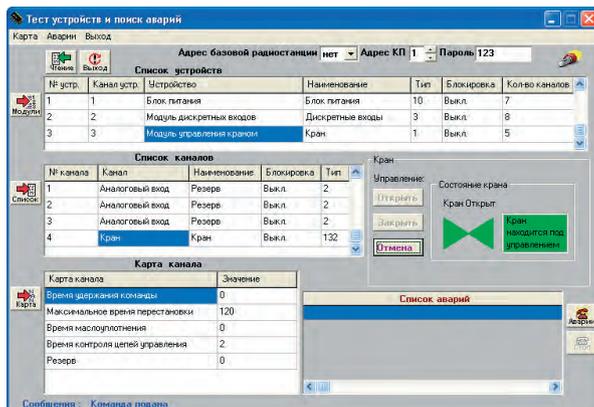


Рис. 3. Копия экрана среды разработки программ ПЛК



Копия экрана сервисного ПО

- возможность работы КП с интеллектуальными станциями катодной защиты (до 8) по гальванически развязанному RS-485;
- в программном обеспечении модуля мастер-контроллера КП реализована функция программируемого логического контроллера (ПЛК), которая может быть активизирована на этапе конфигурации КП на заводе-изготовителе или в процессе эксплуатации. Функция ПЛК (рис. 3) обеспечивает поддержку 30 команд, включающих стандартные наборы логических операций, арифметических операций, операций с плавающей точкой, операций сравнения, условных и безусловных переходов, а также набор технологических команд телемеханики (мониторинг аварий, анализ выхода за уставки, управление исполнительными механизмами КП с выдачей сообщений на устройства индикации и на ПУ). Исходным текстом программы ПЛК является русифицированный построчный Си-подобный язык, не требующий наличия у пользователя специальных знаний по программированию. ●

Таблица 1

Основные технические характеристики модулей комплекса RTU-4

№	Наименование модуля	Количество телеопераций (ТО)			
		Телеизмерения	Телесигнализация	Телеуправление	Телерегулирование
1.	Модуль управления краном	4	3	2	—
2.	Модуль контроля и управления станцией катодной защиты (СКЗ)	4	2	2	1
3.	Модуль дискретных входов	—	16	—	—
4.	Модуль дискретных выходов	—	—	8	—
5.	Модуль аналоговых входов	8	—	—	—

ЗАО «СовТИГаз»
 Россия, 117405, Москва,
 ул. Газопровод, 4 д
 Телефон: (095) 381-25-10
 Факс: (095) 389-23-44
WWW.SOVTIgaz.RU
 E-Mail: SOVTIGAZ@SOVTIGAZ.RU



Программируемые низкопрофильные источники электропитания Nemic-Lambda: сочетание мощи и интеллекта

Виктор Жданкин

В статье представлены программируемые источники вторичного электропитания серии Genesys фирмы Nemic-Lambda (Израиль), характеризующиеся высокими энергетическими, габаритно-массовыми, точностными и надёжностными показателями. Изделия легко подключаются к интерфейсам последовательной связи и программируются дистанционно. Возможность подключения к универсальной интерфейсной шине GPIB позволяет легко интегрировать изделия в системы испытательного оборудования.

В наши дни разнообразные устройства (бытовые приборы, датчики, измерительные устройства, электронные приборы и многие другие) претерпевают заметные изменения. Во-первых, растёт их интеллектуальность, благодаря использованию микропроцессора для простейших вычислительных преобразований, решению задач по диагностике, выполнению простых алгоритмов управления. Во-вторых, нормой для приборов становится концепция обеспечения связи между узлами сети через стандартные последовательные коммуникационные сети, а объединение испытательного оборудования через универсальную параллельную интерфейсную шину GPIB получило широкое распространение с 1975 года. Для обеспечения разнообразных устройств и приборов электропитанием надлежащего качества необходимы источники вторичного электропитания (ИВЭП). Далее в статье рассматриваются высокоэффективные источники электропитания, оснащённые локальным интеллектом и имеющие связь со стандартными

последовательными интерфейсами.

Рост информационной пропускной способности оборудования телекоммуникаций, передачи данных, беспроводной связи, серверов, коммутаторов и систем хранения данных увеличивает энергоёмкость и сопровождается ростом требований к качеству и надёжности питающей энергии. Это приводит к ужесточению и расширению перечня требований к средствам силовой электроники, входящим в состав электронной аппаратуры, и вынуждает разработчиков непрерывно совершенствовать схемотехнику высокочастотных преобразователей напряжения, использовать новейшие методы и инструментарию расчёта, моделирования и оптимизации

силовой электроники, применять современную элементную базу (полупроводниковые приборы, магнитные и диэлектрические материалы).

Серия Genesys™ программируемых ИВЭП устанавливает новый стандарт для гибких надёжных систем вторичного электропитания на основе преобразователей переменного напряжения в постоянное (AC/DC) для изготовителей комплектного оборудования (Original Equipment Manufacturer — OEM), промышленных и лабораторных применений. Доступны модели с двумя уровнями выходной мощности (750 и 1500 Вт), с выходными напряжениями от 7,5 до 600 В и токами нагрузки до 200 А.

Внешний вид 1500-ваттных (GEN) и 750-ваттных (GENH) ИВЭП серии



Рис. 1. Внешний вид программируемых источников вторичного электропитания серии Genesys:
 а – источник электропитания GEN300-5;
 б – источник электропитания GENH40-19

Таблица 1

Модельный ряд источников электропитания серии Genesys™ с выходными мощностями 750/1500 Вт

Модель	Диапазон выходного напряжения постоянного тока, В	Ток нагрузки, А	Выходная мощность, Вт
GEN6-100	0-6	0-100	600
GEN6-120	0-6	0-200	1200
GEN8-90	0-8	0-90	720
GEN8-180	0-8	0-180	1440
GEN12,5-60	0-12,5	0-60	750
GEN12,5-120	0-12,5	0-120	1500
GEN20-38	0-20	0-38	760
GEN20-76	0-20	0-76	1520
GEN30-25	0-30	0-25	750
GEN30-50	0-30	0-50	1500
GEN40-19	0-40	0-19	760
GEN40-38	0-40	0-38	1520
GEN60-12,5	0-60	0-12,5	750
GEN60-25	0-60	0-25	1500
GEN80-9,5	0-80	0-9,5	760
GEN80-19	0-80	0-19	1520
GEN100-7,5	0-100	0-7,5	750
GEN100-15	0-100	0-15	1500
GEN150-5	0-150	0-5	750
GEN150-10	0-150	0-10	1500
GEN300-2,5	0-300	0-2,5	750
GEN300-5	0-300	0-5	1500
GEN600-1,3	0-600	0-1,3	780
GEN600-2,6	0-600	0-2,6	1560

Таблица 2

Модельный ряд источников электропитания Genesys™ серии GENH750

Модель	Диапазон выходного напряжения постоянного тока, В	Ток нагрузки, А	Выходная мощность, Вт
GENH6-100	0-6	0-100	600
GENH8-90	0-8	0-90	720
GENH12,5-60	0-12,5	0-60	750
GENH20-38	0-20	0-38	760
GENH30-25	0-30	0-25	750
GENH40-19	0-40	0-19	760
GENH60-12,5	0-60	0-12,5	750
GENH80-9,5	0-80	0-9,5	760
GENH100-7,5	0-100	0-7,5	750
GENH150-5	0-150	0-5	750
GENH300-2,5	0-300	0-2,5	750
GENH600-1,3	0-600	0-1,3	780

Genesys показан на рис. 1. Активная высокочастотная схема коррекции коэффициента мощности и универсальный вход возглавляют длинный перечень стандартных технических характеристик.

Модельный ряд ИВЭП серии Genesys высотой 1U для монтажа в 19-дюймовые конструктивы представлен в табл. 1, а основные параметры и модельный ряд 750-ваттных ИВЭП половинного размера (1U half-rack size) — в табл. 2.

В дополнение к высокой удельной мощности впервые при таких габаритах и выходной мощности доступен универсальный вход. Широкий диапазон входного напряжения означает не просто двухдиапазонный вход, а непрерывно изменяющееся от 85 до 265 В напряжение однофазной сети переменного тока частотой 50/60 Гц. ИВЭП также характеризуются высоким коэффициентом мощности 0,99 при полной нагрузке, обеспечиваемой схемой активной коррекции коэффициента мощности; такое значение показателя впервые достигнуто при указанных габаритах и удельной мощности. Широкий диапазон входного напряжения обеспечивает функционирование устройств в сложных условиях в сетях систем энергоснабжения промышленной частоты и их соответствие требованиям стандартов к электромагнитной совместимости (ЭМС).

Из всего многообразия схемотехнических решений транзисторных преобразователей электроэнергии специалистами Nemic-Lambda выбрана сдвоенная схема однотактного преобразователя с прямым включением диода (рис. 2) [1]. Эта структура позволяет применять проверенную и хорошо исследованную топологию и обеспечивает те же преимущества, что и двухтактная структура. Она состоит из двух однотактных прямоходовых преобразователей на транзисторах VT₁ и VT₂ и с размагничивающими обмотками W₁ и W₂. Выходы выпрямителей обоих преобразователей объединены и подключены ко входу общего сглаживающего фильтра LC_Ф. Мощные транзисторы VT₁ и VT₂ включаются сигналом управления попеременно со сдвигом по фазе на 180° относительно друг друга. Если транзистор VT₁ находится в режиме насыщения, то энергия первичного источника через трансформатор передаётся в нагрузку и LCD-фильтр. Когда транзистор VT₁ за-

крывается, то происходит размагничивание магнитопровода TV₁ из-за действия обмотки W₁.

При подаче импульса управления транзистор VT₂ он открывается и энергия передаётся в нагрузку и LCD-фильтр, а также намагничивается магнитопровод TV₂ в прямом направлении. По окончании импульса управления транзистор VT₂ размагничивается под действием тока обмотки W₂. При подаче следующего импульса управления на транзистор VT₁ все процессы повторяются.

Для обеспечения нормального теплового режима мощные транзисторы MOSFET и диоды установлены на теплоотводы. Два встроенных вентилятора обеспечивают принудительный обдув компонентов конструкции. Вентилятор — это механический компонент, что не является идеальным решением, с точки зрения надёжности. В блоках питания серии Genesys применяются асинхронные бесколлекторные двухвыводные вентиляторы постоянного тока San Ace 40 (109P0412B301) японской фирмы Sanyo Denki. Эти модели

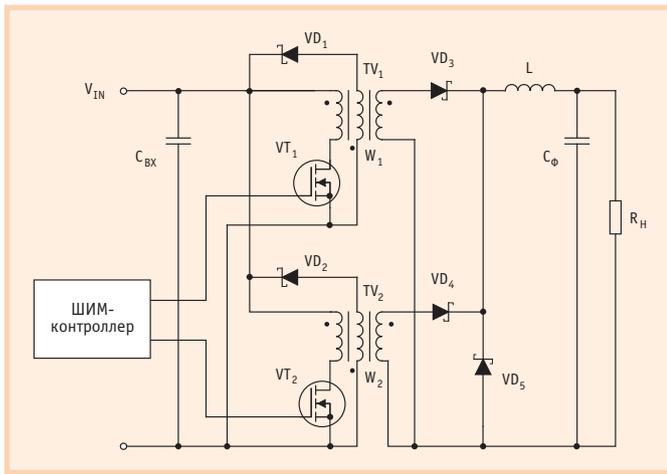


Рис. 2. Прямоходовой двояный преобразователь с поочерёдным включением содержит два прямоходовых преобразователя, работающих со сдвигом по фазе 180°

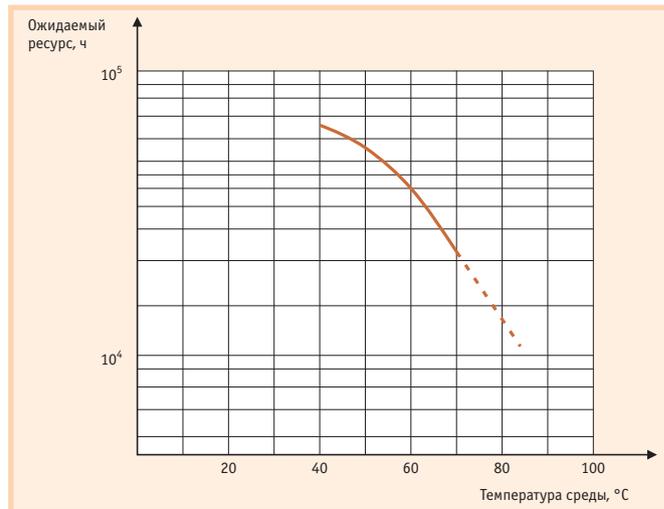


Рис. 3. Зависимость ресурса охлаждающего вентилятора 109P0412B301 от температуры среды

характеризуются длительным сроком службы. На рис. 3 показана зависимость ожидаемого ресурса вентилятора модели 10930412B301 от температуры среды. При температуре среды +40°C значение ресурса равно примерно 80 000 часов. Управление скоростью вращения вентилятора увеличивает его надёжность, а также способствует снижению энергопотребления и акустических шумов. Для изменения скорости вращения вентилятора в зависимости от тока нагрузки в блоках питания применяется линейное управление: изменяется напряжение, поданное на вентилятор, в пределах от 9 до 12 В. Принципиальное преимущество линейного управления по сравнению с другими методами — это отсутствие помех [2].

Повышение надёжности источников электропитания или системы вторичного электропитания в целом является

одной из основных задач. Факторами, определяющими надёжность ИВЭП, являются надёжность элементной базы, выбор электрических режимов компонентов, температурные режимы компонентов, условия производства, уровень техпроцесса, использование унифицированных конструкций. Применение высококачественных комплектующих известных производителей обеспечивает повышенные показатели надёжности блоков питания серии Genesys (применяются изделия известных японских фирм NEC, Toshiba, Omron, причём в группе компаний Lambda существует жёсткая система согласования замен компонентов).

Значение среднего времени безотказной работы (Mean Time Between Failure — MTBF) для блока питания GEN1500, рассчитанное по методу EIAJ (RCR-9102), основанному на стандарте

MIL-HDBK-217F Military Handbook Reliability Prediction of Electronic Equipment, составляет 46 140 часов (эксплуатация в стационарном наземном оборудовании, температура среды +50°C, 100% нагрузка, входное напряжение 100 В переменного тока) [3].

В испытательном комплексе до четырёх блоков питания могут быть включены параллельно (система с конфигурацией «ведущий-ведомый») с одним проводом управления равномерным распределением тока, или два блока могут быть включены последовательно. Более подробно технические характеристики и особенностями эксплуатации изделий серии Genesys™ 750/1500 Вт описаны в брошюрах и руководстве по применению [4]-[7].

Для повышения выходной мощности в четыре раза блоки питания Genesys можно включать параллельно (до 4

Your ePlatform Partner

ADVANTECH

ТелекомСерверы в формате CompactPCI



Серия MICA3000

- Процессорные платы от Pentium III до Pentium M
- Корпуса высотой от 1U до 12U, в том числе для мобильных систем
- Поставка собранных и протестированных решений
- Сертификаты соответствия, гигиенический, системы «Связь»

#127

PROSOFT®

МОСКВА
С.-ПЕТЕРБУРГ
ЕКАТЕРИНБУРГ

Телефон: (095) 234-0636 • Факс: (095) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Телефон: (812) 325-3790 • Факс: (812) 325-3791 • E-mail: root@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Телефон/факс: (343) 376-2820/2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru

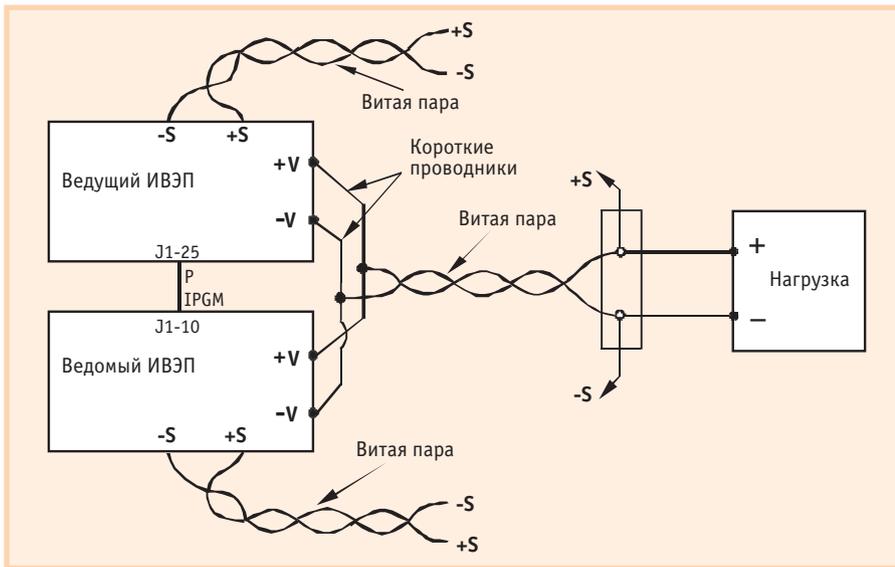


Рис. 4. Параллельное включение нескольких блоков питания Genesys. Провода выносной обратной связи должны быть выполнены в виде скрученной пары. Если выносная обратная связь не используется, выводы +/- sense должны быть соединены с выводами +/-LS блока Genesys

блоков). На рис. 4 показана схема параллельного включения блоков питания GEN1500: один из блоков работает как ведущее устройство, а другие блоки функционируют как ведомые устройства. Ведомые устройства программируются аналоговым способом ведущим устройством. В удалённом цифровом режиме только ведущее устройство может быть запрограммированным компьютером, в то время как ведомые устройства могут подключаться к компьютеру только для считывания статуса устройства, значений тока нагрузки и выходного напряжения.

Для увеличения выходного напряжения два блока питания могут соединяться последовательно, при этом рекомендуется устанавливать параллельно выходным каналам каждого блока диоды для защиты от обратного напряжения (рис. 5). Номинальные параметры каждого диода должны выбираться, по меньшей мере, в соответствии с выходным напряжением и током нагрузки. Необходимо запомнить, что при последовательном соединении двух блоков питания при заземлении одного из выходных контактов или нагрузки ни одна из точек не должна иметь потенциала более ± 60 В относительно земли для моделей с выходными напряжениями до ± 60 В и ± 600 В относительно земли для моделей с выходным напряжением >60 В. В случаях когда используются порты интерфейсов RS-232/RS-485 или GPIB и соединяются блоки питания с одинаковыми или разными выходными напряжениями более 400 В

и заземлённым положительным выходом, существует опасность электрического удара. Поэтому запрещается соединять вывод положительного напряжения к земле при использовании интерфейсов RS-232/RS-485 и GPIB.

Удобная для пользователя любой квалификации передняя панель обеспечивает надёжное управление посредством кодирующих устройств (датчиков положения), применяемых для точного или курсового регулирования (6 или 30 оборотов), и четырёх цифровых светодиодных измерителей тока и напряжения.

Настраиваемые защита от превышения выходного напряжения, пониженного входного напряжения и ограничение тока с острой коленообразной характеристикой (Current Foldback) обеспечивают дополнительную гибкость. Значения их уставок могут быть предварительно представлены на дисплее, расположенном на передней панели. Ограничение тока с острой коленообразной характеристикой может быть установлено так, чтобы зафиксировать выход в случае, когда это требуется для безопасности. Метод ограничения тока с острой коленообразной характеристикой работает следующим образом. Как только достигается порог ограничения тока, максимальное значение для выходного тока уменьшается под острым углом до значения, меньшего того, при котором произошло ограничение тока. Такая нагрузочная характеристика может приводить к эффекту коллапса выхода. Если прибор работает вблизи порога огра-

ничения, то небольшое увеличение тока нагрузки или входного напряжения может инициировать режим ограничения выходного тока. Как только это случится, уровни выходных напряжений и тока скачком перейдут в устойчивое состояние с меньшими уровнями и не смогут вернуться в исходную рабочую точку, пока не произойдёт значительного уменьшения выходного тока или входного напряжения. Этот режим может быть спровоцирован переходными процессами в нагрузке, которые могут привести к уменьшению выходного напряжения и инициированию ограничения тока. Те же условия могут возникнуть в результате переходных процессов во входной сети, поскольку повышение входного напряжения приводит к увеличению напряжения на входе-выходе и тем самым к уменьшению порога ограничения тока [8]. Из формы кривой, приведённой на рис. 6, понятно, почему этот метод ограничения тока называют ограничением тока с острой коленообразной характеристикой (Foldback).

Дополнительными важными защитными функциями являются безопасное включение (Safe Start) и запоминание параметров настройки, установленных последними (Last Setting Memory). При безопасном включении пользователь может выбрать, вернуться ли уставки источника электропитания Genesys™ в прежнее состояние после отключения электроэнергии или вернуться к нулевой (безопасной) выходной мощности до дальнейших указаний пользователя. Функция Last Setting Memory сохраняет настройки выходного напряжения и тока, удалённый или локальный режим, защиты от перенапряжения и пониженного напряжения, ограничения тока, скорость передачи данных и режим включения без применения аккумулятора. На пе-

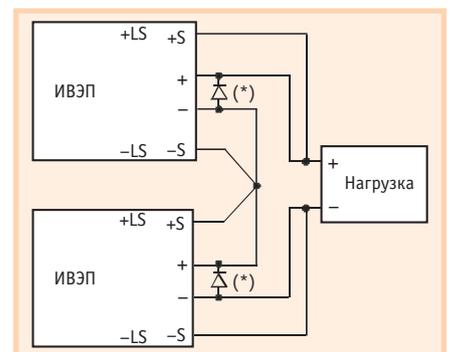


Рис. 5. Последовательное соединение двух блоков питания Genesys (*диоды устанавливаются пользователем)

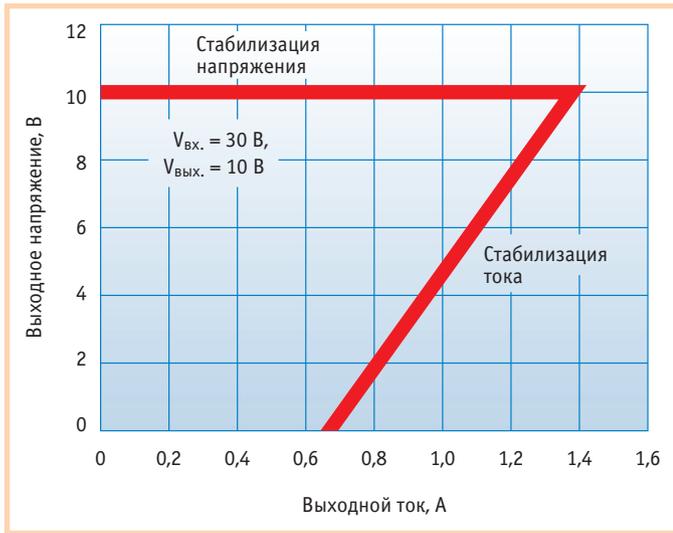


Рис. 6. Ограничение тока с острой коленообразной характеристикой приводит к уменьшению выходного тока после вхождения в режим ограничения тока

редней панели также имеются кнопки включения/выключения выходной мощности (Output On/Off) и выбора дистанционного и местного управления (Local/Remote).

Ещё одним новшеством, которое серия источников электропитания Genesys™ содержит в себе как стандартное, является встроенный цифровой интерфейс RS-232/ RS-485. Через этот цифровой интерфейс можно управлять при последовательном подключении через линию RS-485 источниками электропитания, количество которых не более 31. Через интерфейс последовательной связи могут быть установлены следующие параметры:

- установка выходного напряжения,
- установка тока нагрузки,
- измерение выходного тока,
- управление включением/выключением выхода,
- измерение тока нагрузки,
- установка ограничения тока,
- контроль и защита от превышения напряжения,
- контроль и защита от пониженного входного напряжения,
- режим включения источника электропитания (безопасный режим или с параметрами, установленными последними).

0-10 В осуществляется пользователем посредством DIP-переключателей, установленных на задней панели. Значения выходного напряжения и предельного тока нагрузки задаются аналоговым напряжением или потенциометром. Выходное напряжение может быть дистанционно включено или выключено, и по сигналам статуса можно осуществлять контроль функционирования блока и режимов работы (CV/CC — режим постоянного напряжения/режим постоянного тока).

Конструкция источников электропитания является модульной, что обеспечивает короткое время производственного цикла и выполнения заказа. Технология поверхностного монтажа (SMT) обеспечивает высокую надёжность.

На рис. 8 показан внешний вид конструкции 1500-ваттного ИВЭП серии Genesys GEN300-5 (защитная крышка снята), а на рис. 9 — вид сверху конструкции 750-ваттного ИВЭП GENH30-25. Применение высококачественных комплектующих известных производителей обеспечивает высокие надёжностные показатели изделий. Так, в качестве силовых ключевых устройств применяются MOSFET-транзисторы фирм Toshiba, NEC, в качестве устройства управления используется

На рис. 7 представлена схема последовательного подключения блоков питания через интерфейс RS-232/RS-485. Первый блок питания в гирлянде соединяется с управляющим устройством через RS-232 или RS-485, а остальные блоки соединяются через шину RS-485.

Дистанционное аналоговое программирование уровнями напряжений 0-5 В или

микроконтроллер P87C51RD2BA фирмы Philips Semiconductors, последовательный интерфейс обеспечивают интегральные микросхемы фирмы MAXIM (MAX202E — для организации последовательного интерфейса RS-232C, MAX489E — для организации интерфейса RS-485), во входных и выходных фильтрах применяются электролитические конденсаторы фирм NIPPON CHEMI-CON и Nichicon, принудительный обдув обеспечивается встроенными коллекторными вентиляторами постоянного тока фирмы SANYO DENKI, скорость которых изменяется в зависимости от нагрузки, в схеме управления применяется 16-разрядный аналого-цифровой дельта-сигма преобразователь AD7705BR фирмы Analog Devices. Отсутствие вентиляционных отверстий в крышке и дне конструкции обеспечивает надёжное функционирование модулей в 19-дюймовых конструктивах в промышленных условиях эксплуатации.

Универсальный приборный интерфейс IEEE (устанавливается по заказу) соответствует стандарту IEEE488.2 SCPI (так называемый GPIB-интерфейс — универсальная интерфейсная шина), позволяет подключать различные приборы к микрокомпьютерному контроллеру, который управляет работой приборов и обрабатывает передаваемые ими данные. Самая последняя спецификация SCPI включает руководящие указания для синтаксиса командного языка, поэтому в источнике питания одной фирмы-поставщика будут применяться те же самые команды, что и в ИВЭП других поставщиков. Интерфейс GPIB предоставляет пользователю полное дистанционное управление блоком, включая программирование выходного напряжения и предельное значение тока, настройку защиты от превышения напряжения, предел пониженного входного напряжения и защиту от перегрузки по току (Foldback). Выходное напряжение и ток нагрузки могут быть измерены, и можно контролировать состояние источника электропитания. Приборная шина обеспечи-

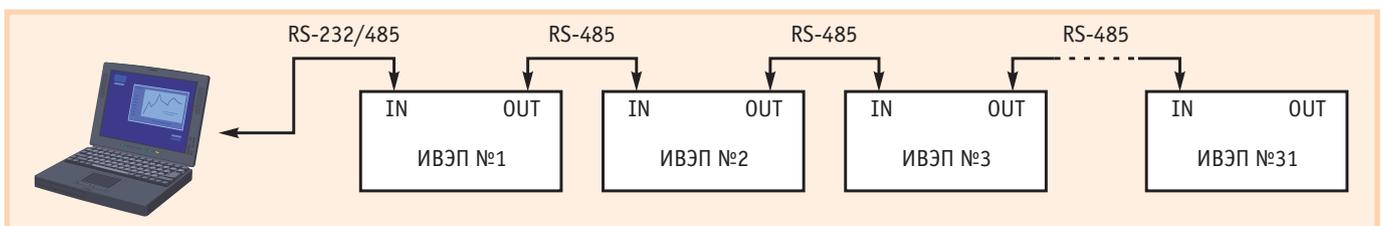


Рис. 7. Подключение нескольких блоков питания Genesys через шину RS-232/485

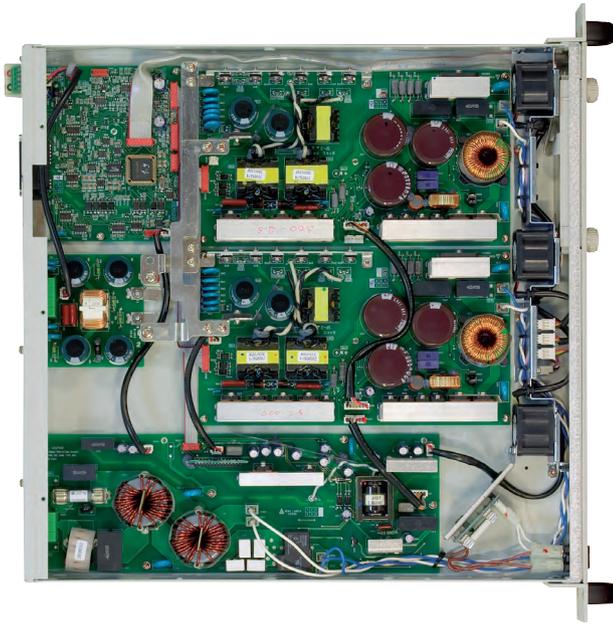


Рис. 8. Внешний вид конструкции программируемого ИВЭП GEN300-5 (защитная крышка снята)

вайт интегрирование источников электропитания в автоматическое испытательное оборудование, включающее цифровые вольтметры, генераторы и другие современные электронные приборы. Более детальная информация о программировании источников серии Genesys™ со встроенным интерфейсом IEEE-488.2 приведена в инструкции [7].

Доступны драйверы для графической среды разработки приложений LabView. Варианты изолированного аналогового программирования включают в себя управление уровнями напряжения 0-5 В и 0-10 В (выбирается заказчиком) или уровнями тока 4-20 мА.

Необходимо отметить, что разработка источников электропитания семейства Genesys™ началась в 2001 году (1U Project), производство началось в ноябре 2002 года, и целевыми рынками являются:

- электротермотренировка полупроводниковых изделий,
- автоматическое испытательное оборудование,
- испытание автомобильных приборов,
- управление технологическим процессом,
- лазеры.

Применения: ионное легирование, электроосаждение золота, компьютерные пилотажные тренажёры, радиолокационные системы, имитация автомобильных аккумуляторных батарей. ИВЭП Genesys™ используются в промышленном оборудовании, в аппаратуре связи, в военном и медицинском электрооборудовании и т.д.

В сегменте программируемых источников электропитания с выходными мощностями 600-750 Вт изделия серии Genesys™ успешно конкурируют с техникой таких известных производителей, как Sorensen, Powerten, Matsusada, Powerbox, а в сегменте ИВЭП с выходными мощностями 1000-1200 Вт — с изделиями таких фирм, как Xantrex, Sorensen, Powerten, Powerbox, Glassman. Так, в 2004 году фирма Lambda UK получила крупный контракт от Министерства обороны Великобритании на поставку свыше

2000 штук 1500-ваттных блоков электропитания серии Genesys™. Основными потребителями универсальных программируемых источников вторичного электропитания являются Британские вооруженные силы, военно-морские силы Великобритании и BBC Великобритании. Блоки применяются в наземных сервисных пунктах для обслуживания электронного и электротехнического оборудования.

Министерство обороны предъявляет жёсткие требования к качеству, надёжности, удобству обслуживания и стоимости, поэтому было произведено тестирование изделий Lambda в реальных условиях эксплуатации в течение семи месяцев, что является частью процесса тщательной технической оценки и отбора изделий.

Выполненные с использованием современных схмотехнических решений и высококачественной элементной базы интеллектуальные высокоэффективные источники электропитания серии Genesys с выходными мощностями 750-1500 Вт легко интегрируются в системы управления технологическими процессами через последовательные интерфейсы RS-232/RS-485 и в автоматическое испытательное оборудование посредством интерфейсной шины GPIB. Изделия характеризуются отличными массо-габаритными параметрами, качественным выходным регулируемым напряжением, высокими показателями надёжности и широким набором сервисных функций. ●



Рис. 9. Внешний вид конструкции программируемого ИВЭП GENH30-25 (вид сверху, защитная крышка снята)

ЛИТЕРАТУРА

1. Источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры: Справочник/ Г.С. Найвельт, К.Б. Мазель, Ч.И. Хусаинов и др.; Под ред. Г.С. Найвельта. — М.: Радио и связь, 1986.
2. Мэри Бёрк. Управление скоростью охлаждающего вентилятора: как и зачем это делается// Компоненты и технологии. — 2005. — № 3. — С. 108-110.
3. GEN1500 Series Reliability Data (DWG:IA575-79-01). — Israel: Nemic-Lambda, 2003.
4. Genesys™ Programmable DC Power Supplies 750/1500W in 1U, AD0508-B. — Lambda Invensys; 2003.
5. Genesys™ GENH Series Programmable DC Power Supplies 750W in a 1U half-rack size: Brochure, AD1103. — Lambda Invensys; 2004.
6. Genesys™ Programmable DC Power Supplies 750/1500W in 1U: User Manual. — Lambda Invensys; 2003.
7. Genesys™ IEEE Interface Option: Technical Manual. IEEE Programming Interface for Genesys™ Power Supplies, IA586-04-01-A AD0103. — Lambda Invensys; 2003.
8. Честер Симпсон. Применение трёхвыходных стабилизаторов напряжения// Электроника. — 1993. — № 14.

В.К. Жданкин —
сотрудник фирмы ПРОСОФТ
119313 Москва, а/я 81
Телефон: (095) 234-0636
Факс: (095) 234-0640
E-mail: victor@prosoft.ru

Дмитрий Тарасов

Оптимальный выбор ИБП

Усложнение технологических процессов и ужесточение требований к их эффективности обуславливает повсеместное применение прецизионных датчиков и оборудования, ИТ-систем для сбора, обработки и хранения данных о параметрах процесса. Обеспечение качества и непрерывности электропитания становится одним из базовых требований к системам АСУ ТП.

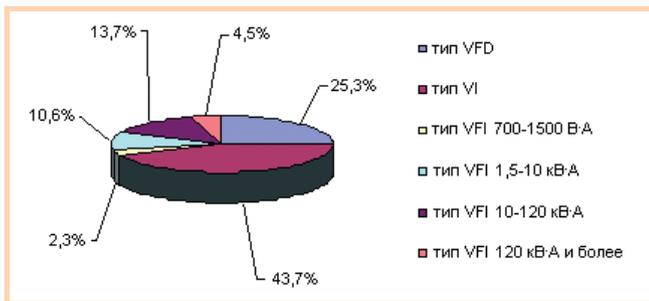


Рис. 1. Доля ИБП различного типа и мощности на российском рынке

Аналитики прогнозируют на ближайшие годы наибольший рост спроса на источники бесперебойного питания (ИБП) именно для защиты систем управления производственными процессами, а также для медицинской лабораторной техники, систем безопасности и контроля доступа. Отмечается также, что всё чаще ИБП приобретаются для домашних развлекательных центров. На рис. 1 представлена структура российского рынка ИБП [1]. По данным аналитической компании ITResearch, в 2004 году появился тренд рынка в сторону более высокотехнологичных и дорогих решений. Например, поставки ИБП класса VFI за год выросли почти на 40% (в натуральном выражении).

Несмотря на острую конкуренцию, компании APC удаётся контролировать около 60% рынка (в денежном выражении). Основными соперниками ИБП производства APC на массовом рынке являются ИБП под торговыми марками Ippon, Plus UPS, PowerCom и PowerMan. На рынке «тяжелых» решений наряду с APC традиционно сильны позиции Chloride, GE DE, Liebert-Hiross, MGE, Neuhaus, Newave и Powerware.

СТАБИЛИЗАТОРЫ

Наиболее простыми устройствами повышения качества электропитания, кроме повсеместно применяемых сетевых фильтров, являются стабилизаторы-регуляторы напряжения. Принцип их работы очень прост: при достижении некоторого порога входного напряжения реле переключает обмотки трансформатора. Напряжение на выходе прибора задаётся пользователем; обычно имеется 2-3 положения переключателя. На рис. 2 показаны два графика работы стабилизатора, соответствующих двум разным номиналам выходного напряжения.

Типовые характеристики устройств этого класса для сети 220 В переменного тока:

- выходная мощность 600-1200 Вт;
- допустимый диапазон входных напряжений 160-290 В;
- время стабилизации — менее двух периодов входного тока;
- КПД более 92%.

Основное применение стабилизаторов в промышленности: обеспечение датчиков, например оптических или индуктивных, на конвейере стабильным питанием непосредственно от «конвейерного» фидера, для которого изменение напряжения в широких пределах является нормой. Применение сетевого фильтра эту проблему не решает, установка ИБП является экономически нецелесообразной.

Почти повсеместно в промышленности сталкиваются с необходимостью обеспечить оборудование не только качественным элект-

ропитанием, но и определённым временем автономной работы при пропадании напряжения на основном фидере. Требуемое время автономии, в зависимости от решаемых задач, может составлять от 10-20 минут до нескольких часов. Первое значение является характерным временем корректного завершения начатых операций или запуска автономного генератора; второе — заданным сроком гарантированного устранения причины сбоя электропитания.

КАК ВЫБРАТЬ ОПТИМАЛЬНЫЙ ИБП?

Прежде всего при выборе ИБП необходимо провести анализ требований потребителя к уровню защиты оборудования от возмущений и помех в электропитании:

- допустимый диапазон амплитуд напряжения, его спектральная характеристика,
- допустимое время пропадания питания, при котором не прерывается нормальное функционирование (hold-up time),
- требуемое время автономии нагрузки при пропадании основного питания,
- характер нагрузки (линейная/нелинейная), значение кресс-фактора (отношение пикового значения тока к величине эквивалентного тока через нагрузку),
- значение коэффициента мощности нагрузки ($\cos \phi$, power factor).

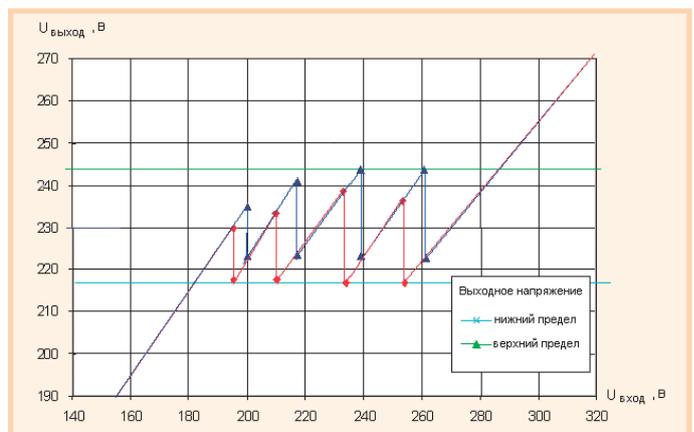


Рис. 2. Графики стабилизации напряжения

Новая международная классификация ИБП по стандарту IEC 62040-3 помогает быстро оценить свойства того или иного прибора именно с точки зрения потребительских свойств (см. врезку).

ИБП класса VFD (off-line, back-up, passive stand-by по старым классификациям) в нормальном режиме подают входное питающее напряжение непосредственно на нагрузку, без какого-либо преобразования, через пассивный фильтр. При проблемах в сети — выбросах, провалах, перебоях питания — ИБП переключает нагрузку на питание от аккумулятора (через инвертор). В этом режиме генерируется не синусоидальная, а прямоугольная или трапециевидная форма напряжения (рис. 3), что обусловлено стремлением производителя максимально удешевить конструкцию.

В сетях с нестабильными параметрами применять эти ИБП нельзя: блок будет часто переключаться на аккумулятор, ресурс которого из-за этого будет быстро исчерпан. Время автономной работы нагрузки очень мало: ИБП этого класса редко имеют поддержку дополнительных аккумуляторов.

Уровень защиты, обеспечиваемый ИБП класса VFD, не позволяет применять их в промышленных условиях, для питания оборудования узлов связи.

Основная область их применения — защита некритичных нагрузок (например, персональных компьютеров, дру-

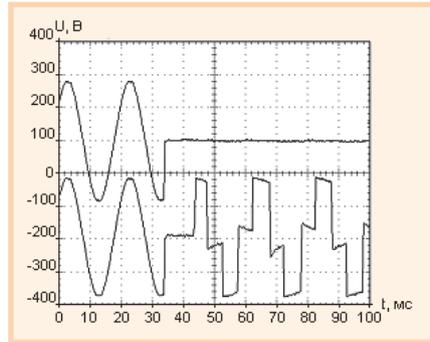


Рис. 3. Осциллограмма входного и выходного напряжений ИБП класса VFD

гих компонентов ИТ-систем, SOHO) от перебоев электроснабжения в электросетях со стабильными параметрами. Основным достоинством ИБП этого класса является низкая стоимость.

Характеристики:

- выходное напряжение и частота не регулируются;
- некоторую степень защиты обеспечивают пассивные фильтры;
- при отключении входа переключение на батарею занимает 4...8 мс (динамические характеристики на уровне класса 2);
- защита от 3 из 10 воздействий.

ИБП класса VI (active stand-by, line interactive, quasi-online по старым классификациям) обычно представляют собой усовершенствование блоков VFD за счёт применения трансформатора с переключаемыми обмотками, аналогичного применяемому в стабилизаторах напряжения. Эту цепь и ре-

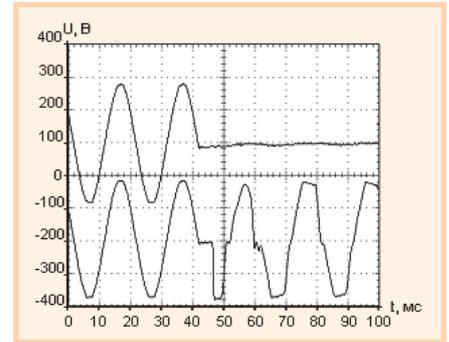


Рис. 4. Осциллограмма входного и выходного напряжений ИБП VI

ализуемую ею функцию иногда называют booster (усилитель).

ИБП класса VI обеспечивают нормальный режим работы (нагрузка питается от сети) при более широком диапазоне входных напряжений по сравнению с устройствами класса VFD; снижается количество переходов на работу от аккумулятора и увеличивается его срок службы. Кроме того, обычно такие ИБП создают квазисинусоидальную форму напряжения на выходе инвертора благодаря его усовершенствованной схеме (рис. 4).

Многие блоки класса VI поддерживают подключение внешних батарейных блоков, позволяя обеспечить значительное время автономной работы нагрузки.

Наличие режима «Booster operation» создаёт интересную возможность использования мощного ИБП без батарей в качестве стабилизатора напряжения. Как правило, в таком режиме мо-

Международная классификация ИБП по стандарту IEC 62040-3

Стандартом IEC 62040-3 введена следующая классификация ИБП, согласно уровню защиты от 10 основных проблем в сетях.

Пример обозначения типа ИБП: **VFI SS 111**

- 1-я группа символов – зависимость выходного сигнала ИБП от входного (сети).
 - Класс VFI (Voltage and Frequency Independent) — выходное напряжение и частота на выходе ИБП **не зависят** от входной сети.
 - Класс VI (Voltage Independent) – выход ИБП зависит от частоты входа, но напряжение поддерживается в заданных пределах пассивным или активным регулированием.
 - Класс VFD (Voltage and Frequency Dependent) — выходное напряжение и частота на выходе ИБП **зависят** от входной сети.
- 2-я группа символов – форма выходного сигнала ИБП.
 - SS – синусоидальная форма выходного сигнала (коэффициент гармонических искажений $K_{TH} < 8\%$) при линейной и нелинейной нагрузке.
 - XX – несинусоидальная форма выходного сигнала при нелинейной нагрузке (синусоидальная при линейной).
 - YY – несинусоидальная форма выходного сигнала при любой нагрузке.
- 3-я группа символов – динамические характеристики ИБП.

Обеспечение стабильности выходного напряжения ИБП при трёх типах переходных процессов («1» — класс 1, отлично; «2» — класс 2, хорошо; и т.д.):

- 1-я цифра: нормальный режим -> автономный режим -> режим bypass ,
- 2-я цифра: 100% изменение линейной нагрузки в нормальном или автономном режиме (худший параметр),
- 3-я цифра: 100% изменение нелинейной нагрузки в нормальном или автономном режиме (худший параметр).

Помеха	Характерное время	ИБП по IEC 62040-3		
		VFD	VI	VFI
Пропадание питания	более 10 мс	+	+	+
Просадка напряжения	не более 16 мс	+	+	+
Бросок напряжения	от 4 до 16 мс	+	+	+
Пониженное напряжение	длительно	-	+	+
Повышенное напряжение	длительно	-	+	+
Импульсные высоковольтные помехи	менее 1 мс	-	-	+
Всплески напряжения	менее 4 мс	-	-	+
Колебания частоты	случайно	-	-	+
ВЧ-помехи	периодические	-	-	+
Гармонические искажения	длительно	-	-	+

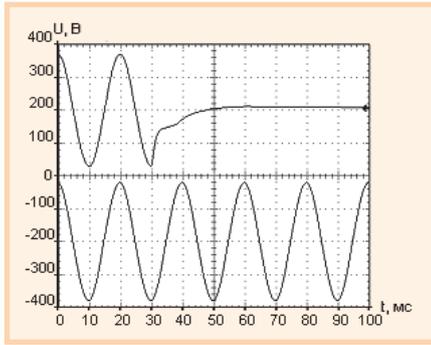


Рис. 5. Осциллограмма входного и выходного напряжений ИБП VFI

гут работать только ИБП с поддержкой внешних батарейных блоков. Например, ИБП Match2200 и Match3000 фирмы GE DE, не имеющие встроенных батарей, могут исполнять роль стабилизаторов напряжения мощностью 2200 В·А и 3000 В·А соответственно.

Мощность ИБП класса VI, представленных на рынке, ограничена величиной 2-3 кВ·А из-за массы и стоимости применяемого трансформатора.

ИБП класса VI обеспечивают уровень защиты выше, чем блоки класса VFD, но он оказывается недостаточным в промышленных условиях, особенно в электросетях, для которых характерны нестабильная частота и мощные помехи.

Основная область их применения — защита серверов в компьютерных сетях.

Характеристики:

- выходное напряжение регулируется в пределах + 20% от входного;
- выходная частота не регулируется;
- нарушения входной сети длительно — менее 5-8 мс не регулируются (динамические характеристики на уровне класса 2);
- защита от 5 из 10 воздействий.

Принцип работы ИБП класса VFI (true online, online, continuous operation по старым классификациям) существенно отличается от описанных ранее: входное переменное напряжение преобразуется в постоянное, которое используется для заряда батареи и питания инвертора. Последний преобразует постоянное напряжение в переменное 220 В (или другого заданного номинала) синусоидальной формы со стабильной частотой 50 Гц. Использование такой структуры позволяет отказаться от формирования выходного тока на низкой частоте (50 Гц) в пользу более высокой, например 85 кГц, на которой работают некоторые совре-

менные ИБП этого класса. Это даёт существенное снижение размеров и веса трансформатора, используемого в ИБП: для блока 4-5 кВ·А трансформатор 50 Гц весит около 60 кг, тогда как трансформатор 85 кГц — всего 4 кг.

Блок снабжается цепью обхода (bypass), которая автоматически подключает нагрузку к электросети в случае перегрузки, перегрева или неисправности основного канала (выпрямителя и инвертора) ИБП. Ручная активизация обходной цепи позволяет проводить регламентные работы на ИБП, не прекращая работу оборудования.

ИБП класса VFI обеспечивают независимость выходного сигнала от входного, полностью подавляя помехи; это гарантирует достаточный уровень защиты нагрузки по электропитанию в промышленных условиях. Аккумуляторы в этих ИБП используются только при пропадании питания на входном фидере, что обуславливает длительный срок их службы.

Конструктивно ИБП VFI мощностью 600-3000 В·А выполняются как стоечные и настольные, от 3 кВ·А как стоечные, настольные, в виде отдельного шкафа, свыше 10 кВ·А — только в виде отдельного шкафа.

Преимущества:

- ИБП этого класса лучше других приспособлены для работы с внешними батареями;
- только ИБП этого класса могут работать с автономными генераторами.

Недостатки:

- структура VFI применяется только в ИБП мощностью более 500 В·А;
 - высокая начальная стоимость.
- Позиционирование:
- защита оборудования, требующего точных параметров электропитания: медицинской техники, контрольно-измерительного оборудования;

- защита оборудования в промышленности, в регионах с плохим качеством электропитания.

Характеристики:

- выходной сигнал (рис. 5) является синусоидальным ($K_{ги} < 8\%$), его амплитуда и частота не зависят от входного сигнала (SS);
- динамические параметры класса 1 технически возможны только для ИБП VFI (111);
- защита от всех 10 воздействий.

Расчёт мощности и времени автономной работы ИБП

В первую очередь необходимо определиться с номинальной мощностью ИБП: она должна быть не ниже максимальной мощности потребления нагрузки, иногда выбирают ИБП с запасом по мощности 10-20%. Теперь можно оценить время автономной работы нагрузки при её подключении к выбранному ИБП. Производители, как правило, помещают в спецификации своих ИБП таблицы с точными данными для разных моделей ИБП. Пример представления таких данных показан в табл. 1.

Пример расчёта. Имеется ПК с монитором, суммарная потребляемая мощность составляет 400 В·А. По критерию номинальной мощности подходит UPS 420, но если по ТЗ необходимо большее, чем 5 минут, время автономной работы, можно выбрать более мощный ИБП этой же фирмы (например UPS 650) или провести анализ продукции другого производителя. Если такая таблица недоступна, можно ориентироваться на максимальные значения, характерные для лучших моделей ИБП:

- 7-9 минут при нагрузке 100%;
- 10-12 минут при нагрузке 75%;
- 18-22 минуты при нагрузке 50%.

Таблица 1

Данные для выбора ИБП

Нагрузка	Мощность	UPS 280	UPS 420	UPS 650	UPS 1000	UPS 1400
Терминал, монохромный дисплей	75 В·А	34 мин	36 мин	65 мин	167 мин	306 мин
ПК на базе 486, монитор 13"	100 В·А	23 мин	25 мин	49 мин	98 мин	190 мин
Кассовый аппарат	150 В·А	17 мин	18 мин	29 мин	64 мин	133 мин
ПК на базе Pentium, монитор 13"	200 В·А	9 мин	10 мин	22 мин	47 мин	99 мин
ПК на базе Pentium II, PowerMac, монитор 15"	250 В·А	—	7 мин	17 мин	35 мин	74 мин
Мультимедийный ПК на базе Pentium III, PowerMac, монитор 15"	400 В·А	—	5 мин	9 мин	19 мин	42 мин

Если ИБП нет в таблице, аналогичной табл. 1, но известна ёмкость его штатной батареи, то можно вычислить время автономной работы самостоятельно, используя значение параметра «КПД при работе от батареи». Если этот параметр не указан производителем, то можно ориентироваться на следующие величины, в зависимости от полезной нагрузки:

- 0,71-0,75 при нагрузке 20%;
- 0,82-0,86 при нагрузке 50%;
- 0,87-0,89 при нагрузке 100%.

Пример расчёта. Имеется ИБП (1500 В·А), к которому подключена нагрузка (load=500 В·А), требуется определить время автономной работы.

Расчёт проводится по следующей методике:

1) $V = \text{напряжение батареи (блока батарей)} \times \text{номинальная ёмкость одной батареи}$. Например, в разделе «батареи» характеристик ИБП указано: 48 В (4×12 В), 7 А·ч. Для этого ИБП $V = 336 \text{ В} \cdot \text{А} \cdot \text{ч}$.

2) $V_1 = V \times \text{КПД при работе от батареи}$, в нашем случае примем КПД равным 0,8 (нагрузка 30%), значение $V_1 = 268,8 \text{ В} \cdot \text{А} \cdot \text{ч}$.

3) $T_{\text{авт}} = V_1 / \text{load}$, $T_{\text{авт}} = 0,54$ часа, или 32 минуты.

Иногда по условию задачи необходимо обеспечить большое (до нескольких часов) время автономной работы оборудования, например телекоммуникационного. Частой ошибкой является выбор ИБП, номинальная мощность которого многократно превышает максимальную мощность

нагрузки, в расчёте обеспечить заданное в ТЗ время автономной работы. Был случай, когда для обеспечения автономной работы нагрузки 500 Вт более 8 часов заказчик предполагал использовать трёхфазный ИБП мощностью около 20 кВ·А.

Для увеличения времени автономной работы ИБП можно оборудовать блоками дополнительных аккумуляторов. К сожалению, не все ИБП поддерживают эту возможность, обычно производители предлагают такую опцию для ИБП классов VI и VFI мощностью от 700 В·А. Конструктивно ИБП с поддержкой внешних аккумуляторных батарей могут быть выполнены как в обычном настольном варианте, так и для монтажа в 19" стойку. Блоки батарей поставляются либо в

SensorLex™ 8V

Индустриальное решение согласования сигналов



Защита Ваших систем управления и технологических процессов от случайных выбросов напряжения и шумов с помощью модулей 8V от Dataforth.

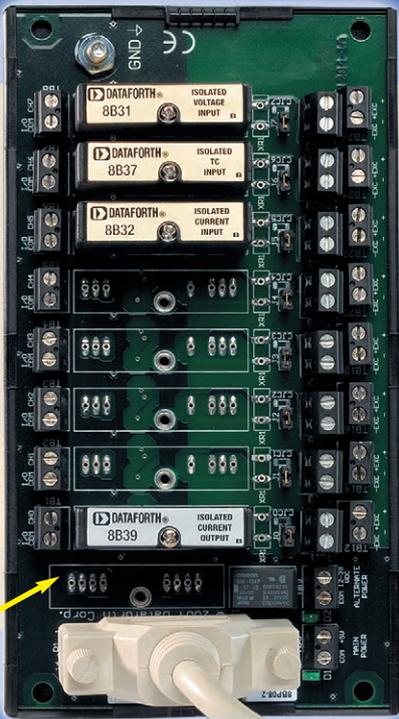
Самое миниатюрное и недорогое решение инструментального класса.

ВАША СИСТЕМА

- Аналоговые входы и выходы PLC
- PC совместимые контроллеры
- Диапазон входного или выходного сигнала 0-5 В или ±5 В

Винтовые клеммы или соединитель DB25

SensorLex™ 8V



ВНЕШНИЕ СИГНАЛЫ

Входы

- Напряжение
- Ток
- Термосопротивление
- Потенциометр
- Термопара
- Тензомост
- Частота
- 2-проводной датчик

Выходы:

- Напряжение
- Ток



Дополнительный модуль питания 12-28 В

#96

PROSOFT® МОСКВА Телефон: (095) 234-0636 • Факс: (095) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
 С.-ПЕТЕРБУРГ Телефон: (812) 325-3790 • Факс: (812) 325-3791 • E-mail: root@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
 ЕКАТЕРИНБУРГ Телефон/факс: (343) 376-2820/376-2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru

корпусе, соответствующем ИБП по дизайну и типоразмеру, либо в виде бескорпусных модулей для монтажа в специальный конструктив. Напряжение дополнительных батарейных блоков всегда совпадает с напряжением основной батареи, а ёмкость кратна (1, 2, 3) ёмкости штатной батареи ИБП.

При проектировании системы с внешними батареями на базе ИБП класса VI необходимо убедиться, что его инвертор рассчитан на длительную работу с полной нагрузкой. Часто производитель, удешевляя конструкцию, устанавливает инвертор, рассчитанный на работу со 100% нагрузкой в течение всего 10-15 минут (время автономии со штатной батареей).

При подключении двух и более дополнительных батарей к ИБП классов VI и VFI необходимо убедиться, что встроенное зарядное устройство способно обеспечить максимальным зарядным током все батареи. При необходимости нужно использовать специальные внешние зарядные устройства, которые, как правило, совместимы с любыми ИБП с напряжением батарей 24-240 В постоянного тока.

Увеличение времени автономной работы на батареях неизбежно увели-

чивает время, необходимое для полного заряда батарей после восстановления энергоснабжения. Вследствие этого при высокой вероятности повторных сбоев электропитания не удастся обеспечить требуемое по ТЗ время автономной работы, так как система будет переходить в автономный режим с не полностью заряженными батареями. Если в ТЗ на систему бесперебойного питания не гарантируется отсутствие повторных отключений в течение длительного времени, следует использовать в качестве источника энергии для автономной работы не батареи, а автономный электрогенератор.

ОЦЕНКА ВРЕМЕНИ АУТОНОМНОЙ РАБОТЫ ИБП С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМИ БАТАРЕЯМИ

Простое суммирование ёмкостей встроенной и внешних батарей для оценки времени автономной работы по приведённой ранее методике не даёт корректного результата: разряд каждой батареи протекает по нелиней-



Рис. 6. Время автономной работы при установке дополнительных батарей

ному закону, в управляющие схемы ИБП производители закладывают алгоритмы переключения батарейных модулей для оптимизации разряда. Динамика изменения прибавки времени автономной работы хорошо иллюстрируется на примере ИБП NP2000 фирмы GE DE (рис. 6). Характерным эффектом скачка, наблюдаемым у всех ИБП, является не двукратное, как можно ожидать, а почти трёхкратное (для NP2000 с 8 до 22 минут) увеличение времени автономной работы при установке одной дополнительной батареи, ёмкость которой равна штатной. Дальнейшее увеличение числа батарей даёт относительный прирост времени авто-

ПРОМЫШЛЕННЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ — НАША СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ

ИКОС ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

Производитель серии промышленных компьютеров ROBO

ROBO ПАНЕЛЬНЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ

P A N E L P C

- Диагональ 12", 15", 17"
- Монтаж в 19" стойку или в панель
- Защита IP65 по передней панели
- Компактный корпус с небольшой глубиной
- Сенсорный экран
- Мультимедийные возможности
- Наличие всех необходимых интерфейсов
- Возможность расширения: 1 или 2 слота PCI
- Температура эксплуатации 0...+50°C

подробные технические характеристики и цены на сайтах

www.ipc2u.ru электронный каталог

Industrial PC to you

ICNEWS новости, статьи, обзоры

Industrial Computer News

ИКОС ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ

109428, г. Москва
Рязанский проспект, 8а, офис 200
Тел.: (095) 232-0207
Факс: (095) 232-0327
<http://www.icos.ru/>
E-mail: sales@icos.ru

193144, г. Санкт-Петербург
6^я Советская ул., 24, офис 206
Тел.: (812) 271-5602
Факс: (812) 271-5606
<http://www.icos.ru/>
E-mail: spb@icos.ru

620034, г. Екатеринбург
ул. Бебеля, 11а, офис 6
Тел.: (343) 219-18-63
Факс: (343) 219-18-63
<http://www.icos.ru/>
E-mail: ekb@icos.ru



Рис. 7. Динамика роста времени автономной работы

номной работы примерно той же величины (14–18 минут), но точное значение прироста зависит от числа батарей трудно предсказуемо (рис. 7).

Несмотря на это, зависимость времени автономной работы от числа батарей, начиная со второй, можно считать линейной. Таким образом, специалисту достаточно лишь учесть эффект скачка, чтобы оценить время автономной работы ИБП с дополнительными батареями, не имея под рукой спецификации производителя на ИБП.

Данные, приводимые производителем, наиболее близки к истине, но и они всего лишь оценочные и не являются основанием для возникновения обязательств поставщика или рекламаций покупателя, так как на реальное время автономной работы оборудования влияет множество факторов.

Важно учесть, что значения мощности, ёмкости аккумуляторов и времени автономной работы, указываемые производителями в спецификациях, справедливы при температуре ИБП в пределах 20–25°C. Именно такая температура является оптимальной для хранения и эксплуатации ИБП. Что делать, если нужно обеспечить работу ИБП при температуре выше 25°C?

При подъёме рабочей температуры выше 25°C должна быть снижена нагрузка на ИБП примерно на 20% на каждые 10°C превышения. Ёмкость аккумуляторов снижается примерно на 5% на каждый градус выше 40°C. Рабочий температурный диапазон ИБП составляет обычно от –10 до +40°C; предельная температура работы ИБП составляет 60°C.

РАБОТА С ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРОМ

Легко заметить, что даже NP2000, выделяющийся в своём классе количеством подключаемых батарей (максимум 6), может обеспечить автономную

работу всего 100 минут при полной нагрузке. Что же делать, чтобы увеличить это время? Практически безальтернативным способом решения такой проблемы является использование автономного электрогенератора на жидком топливе (бензин или дизельное топливо). Такие генераторы серийно выпускаются многими фир-

мами, легко доступны на рынке, недороги в обслуживании. Диапазон их мощностей от 2,5 до 800 кВт·А, до 5 кВт·А однофазные, от 5 до 12 кВт·А однофазные и двухфазные, для больших мощностей — только трёхфазные. Необходимая мощность генератора определяется КПД выбранного ИБП (обычно 0,85–0,95), максимальным током заряда его батарей (7–35% от тока нагрузки) и коэффициентом нелинейных искажений (THD) на входе ИБП. Например, если ИБП характеризуется $THD < 10\%$ (12-импульсный выпрямитель), то этот фактор при расчёте мощности генератора не учитывается; если же THD достигает 27–30% (6-импульсный выпрямитель), то мощность генератора необходимо дополнительно увеличить на 20–25%. Легко видеть, что в наихудшем случае мощность, потребляемая ИБП, может составить 175% от мощности нагрузки. В реальных системах мощность генератора составляет 125–150% от мощности ИБП.

ГАЛЬВАНИЧЕСКАЯ ИЗОЛЯЦИЯ

Наличие гальванической изоляции между входом и выходом ИБП является важным для ряда приложений, в частности, для централизованных систем защиты компьютерных сетей это обязательное требование, и вот почему.

Каждый компьютер оборудован блоком питания, на входе которого стоят конденсаторы, создающие токи утечки. Требованиями международных стандартов этот ток ограничен величиной 3,5 мА; в современных компьютерах эта величина составляет около 2 мА. При подключении многих компьютеров к одному источнику питания никто не может гарантировать, что суммарный ток утечки останется в допустимых пределах. Стандарты на электрические установки требуют, чтобы суммарный ток утечки через один предохранитель не превышал

30 мА ни при каких условиях. При превышении этого значения сработает устройство защитного отключения (УЗО) для предотвращения поражения электротоком при неисправности в каком-либо приборе. Для пользователя это означает, что если его компьютер «десятый», то при попытке его включить он рискует оставить без света весь офис.

Есть два способа решить эту проблему: первый подразумевает реконструкцию имеющейся инфраструктуры электропитания так, чтобы она выдерживала указанные токи утечки. Этот путь может оказаться очень дорогим, так как потребуются прокладка новых кабелей большого сечения взамен имеющихся.

Второй путь — использование ИБП с гальванической изоляцией. За счёт повышения стоимости блока примерно на 10% проблема токов утечки решается полностью и даже появляется возможность увеличить количество потребителей, не модернизируя электросеть: через УЗО протекает ток утечки только одного ИБП.

В стандартной поставке ИБП не имеют гальванической изоляции, поэтому при составлении спецификации необходимо учесть дополнительный изолирующий трансформатор соответствующей мощности. Трансформатор обычно поставляется в отдельном корпусе; его типоразмер соответствует корпусу ИБП, для которого он предназначен.

ПОКАЗАТЕЛИ НАДЁЖНОСТИ ИБП

ИБП любого класса является сложным электронным прибором, вероятность отказа которого необходимо учитывать при оценке параметров надёжности защищаемой системы. Оставив в стороне вопросы построения ИБП параллельной архитектуры для повышения коэффициента готовности систем, оценим показатели надёжности единичного блока.

Наиболее часто для оценки показателей надёжности используются следующие параметры:

- МТВФ — (Mean Time Between Failures — среднее время безотказной работы) характеризует надёжность собственно системы или блока;
- МТТР — (Mean Time To Repair — среднее время ремонта) может составлять от получаса, если инженеры и запчасти находятся поблизости, до неопределённого срока; характеризует в большей степени уро-

вень обслуживания блока или системы;

- частота отказов (1/MTBF) — удобная величина для оценки числа отказов в год. Например, если MTBF=20 лет, то частота отказов равна 0,05, или 5% в год. Другими словами, для парка из 50 одинаковых блоков можно ожидать 2,5 отказа в год.

Значение MTBF рассчитывается производителем на основе схемы ИБП, на него непосредственно влияют простота схемных решений, отказоустойчивость компонентов, их количество и воспринимаемая нагрузка. Эти вычисления позволяют сравнивать различные схемные решения при проектировании, но не дают реальных цифр.

Интересно, что производители не рассчитывают значения MTBF для ИБП классов VI и VFD. Топология этих блоков такова, что в основном режиме работы мощность передаётся с входа прямо в нагрузку. Очевидно, при этом блок испытывает несоизмеримо меньшую нагрузку, чем при работе от батареи, поэтому MTBF в этом режиме может иметь неограниченно большое значение.

Реальные значения MTBF можно получить, если разделить число поставленных ИБП на число ремонтов в год. Фирма APC не предоставляет значения параметров MTBF своих ИБП. Для оценки надёжности ИБП классов VI и VFD можно ориентироваться на параметр «число отказов в год» (Annual Failure Rate), вычисляемый компанией APC для своих Smart-UPS на основе данных о сотнях тысяч установленных по всему миру блоков; среднее значение AFR составляет 0,5%. Фирма GE DE предоставляет значения параметра MTBF для ИБП следующих серий:

- Match (класс VI) — MTBF=50 лет;
- NetPro (класс VFI) — MTBF=30 лет;
- SitePro, LanPro (класс VFI) — MTBF=16 лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведённые в статье подходы к выбору и конфигурированию ИБП должны помочь специалисту по системам электропитания быстро определить оптимальный способ решения стоящей перед ним задачи и сформулировать, в свою очередь, требования к инженерной инфраструктуре объекта:

- место в аппаратном шкафу для ИБП средней мощности;
- минимальная площадь в помещении под ИБП большой мощности;
- нагрузка на перекрытия от ИБП большой мощности, особенно при установке дополнительных батарей;
- система поддержания микроклимата, мониторинга, доступа для обслуживания;
- доступ на крышу или в отдельное помещение для установки электрогенератора, меры обеспечения пожарной безопасности.

Оптимальный выбор ИБП — путь к снижению рисков и расходов на обслуживание инфраструктуры Вашего бизнеса. ●

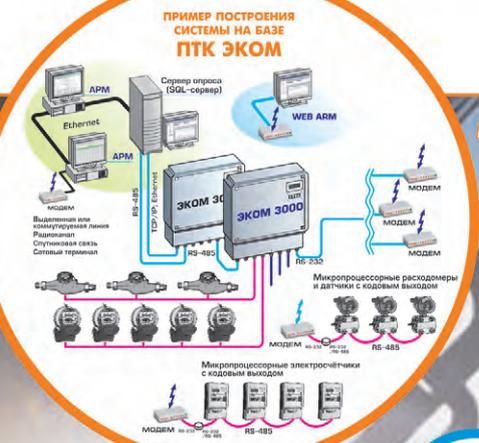
ЛИТЕРАТУРА

1. Российский ИТ-рынок в III квартале 2004 г. //Компьютерная неделя (PCWeek/RE). — 30 ноября-6 декабря 2004 г. — № 44 (458).

Автор — сотрудник
фирмы ПРОСОФТ
119313 Москва, а/я 81
Телефон: (095) 234-0636
Факс: (095) 234-0640
E-mail: info@prosoft.ru

ИНЖЕНЕРНАЯ КОМПАНИЯ «ПРОСОФТ-СИСТЕМС»

КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ЭНЕРГОУЧЕТА



ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «ЭКОМ»



ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ



ТЕПЛО ПАР



ВОДА



ЖИДКОЕ ТОПЛИВО



ПРИРОДНЫЙ ГАЗ



СЖАТЫЙ ВОЗДУХ КИСЛОРОД



ЖИДКИЕ СРЕДЫ

Сочетание функций контроля, учета и управления. Работа со всеми типами преобразователей, микропроцессорными счетчиками и расходомерами. Поддержка основных интерфейсов: RS-232; RS-485; Ethernet. Различные типы каналов связи: выделенные, коммутируемые, ВЧ, радио, GSM, спутниковые, Internet. Простота модернизации и наращивания.

Система сертифицирована РАО «ЕЭС России» и соответствует всем требованиям «Положения об организации коммерческого учета электроэнергии и мощности на оптовом рынке».



ПРОСОФТ-СИСТЕМС: 620102, г.Екатеринбург, ул.Волгоградская 194а

телефон: (343) 376-28-20, факс: (343) 376-28-30

E-mail: info@prosoftsystems.ru http://www.prosoftsystems.ru

#24

**Быть на передовой
автоматизации!**



ПТА-2005

Москва, 18-21 октября

одновременно с выставкой **ChipEXPO-2005**
ВЫСТАВКА ПОСВЯЩЕННАЯ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗАЦИИ

www.pta-expo.ru

**Ведущая в России
выставка оборудования
для промышленной
автоматизации
и встраиваемых систем**

ОРГАНИЗАТОР

Выставочная компания
Экспотропулка

Москва:

(095) 234-2210

Санкт-Петербург:

(812) 326-2217

Екатеринбург:

(343) 376-2476

Киев:

+38 044 252-9471

E-mail: info@pta-expo.ru

www.pta-expo.ru



ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА

ТЕХНОЛОГИИ

**Приборы и Системы.
Управление, Контроль, Диагностика**

**PCWEEK
BUSINESS EDITION**

www.mka.ru
МКА
МИР КОМПЬЮТЕРНОЙ
АВТОМАТИЗАЦИИ

СТА
СОВРЕМЕННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ
АВТОМАТИЗАЦИИ

computerworld

**Промышленные
Контроллеры АСУ**

**АВТОМАТИЗАЦИЯ
в промышленности**

ПТА-Украина 2005

Киев, 29 ноября — 2 декабря

ПТА-Урал 2005

Екатеринбург, 6-8 декабря

ПТА Северо-Запад 2006

Санкт-Петербург, 14-17 марта

Валерий Яковлев

Написание пользовательской DLL доступа к универсальному OPC-серверу Fastwel

*Во всем мне хочется дойти
До самой сути.*

Б.Л. Пастернак



У многих системных интеграторов при необходимости реализации системы управления верхнего уровня, где часто используются такие современные программные средства, как SCADA-системы, возникает потребность программного сопряжения старого оборудования (для общности будем говорить о контроллере) с собственно пакетом SCADA. Современные SCADA-системы в качестве программного элемента сопряжения с оборудованием используют OPC-серверы. Чаще всего программный интерфейс старого оборудования реализует «самобытный» протокол связи, на текущий момент позабытый, и в силу этого не существует готового OPC-сервера, позволяющего достаточно просто реализовать вопрос стыковки. При этом есть два пути решения возникшей проблемы. Первый — переписать программу контроллера с целью обеспечения стандартного протокола обмена, и второй — написать собственный OPC-сервер. К сожалению, довольно часто первый путь затруднителен, так как связан с существенными программными и материально-техническими издержками, либо просто невозможен. Остаётся безальтернативный путь — писать собственный OPC-сервер. Это довольно сложная работа, требующая наличия программиста высокой квалификации, причём неизбежны большие временные затраты на разработку и отладку. В этой ситуации фирмой Fastwel предложен оригинальный программный продукт — универсальный OPC-сервер [1], позволяющий существенным образом снизить требования к квалификации программиста и сократить временные затраты, связанные с написанием собственного OPC-сервера, так как часть работы (наиболее «научеёмкая») уже проделана. После приобретения этого программного продукта разработчику предлагается написать библиотеку DLL (Dynamic Link Library) пользователя, осуществляющую только обмен с устройством, всю остальную работу по обеспечению обмена данными между OPC и SCADA осуществляет OPC-сервер. Поставляется и программная заготовка на языке C++, на основе которой пользователь может создавать эту DLL. В данной статье рассматривается программная заготовка для написания пользовательской DLL на ассемблере. Программирование на ассемблере под Windows не только не сложнее написания программ на ас-

семблере под DOS, а даже проще! Необходимость навыков работы с этим языком актуальна до сих пор, и популярность его ничуть не уменьшается, а иногда применение его остаётся единственным эффективным средством решения проблемы.

ВЫБОР ИНСТРУМЕНТОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

На текущий момент хорошо известны следующие средства разработки приложений на ассемблере под Windows: MASM (Microsoft), TASM (Borland), NASM, FASM. Основными пакетами (в пакет входят, как минимум, транслятор, компоновщик и компилятор ресурсов) являются MASM v.6.1X и TASM v.5.0.

Для решения поставленной задачи выбран пакет MASM32 v.8.2, являющийся достаточным для программирования приложений для ОС Windows и содержащий, кроме транслятора MASM v.6.14, компоновщика и редактора ресурсов, компактный редактор, набор специализированных утилит и большое количество примеров. Пакет распространяется бесплатно (<http://www.masm32.cjb.net>). Программировать на ассемблере под Windows и пользоваться командной строкой и bat-файлами, на мой взгляд, слишком консервативно. Я опробовал две интегрированные среды разработки (IDE) для ассемблера — WinAsm Studio v.4.0.1.266 (<http://www.winasm.net>) и RadASM v.2.1.0.6 (<http://radasm.visualassembler.com/download/radasm.html>). Версии IDE указаны на момент написания статьи. Оба проекта достаточно динамично развиваются и распространяются бесплатно. Я остановился на RadASM. Установка этой IDE и работа с ней достаточно просты, и я не буду останавливаться на её описании. Автор RadASM программирует на ассемблере (сама оболочка также написана на этом языке), и потому всё продуманно, функционально и быстро. Кроме того, на сайте есть законченные примеры проектов, облегчающих первые шаги в увлекательный мир ассемблера для Windows.

ВВЕДЕНИЕ В ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА АССЕМБЛЕРЕ В ОС WINDOWS

Безусловно, программирование под Windows имеет некоторые отличия по отношению к «старому стилю» програм-

мирования на ассемблере, и они связаны с изменившимся «лицом» операционной системы (ОС), осуществляющей встроенную поддержку многого из того, что ранее для DOS реализовывалось на уровне приложений и требовало существенных усилий программиста [2]. Так как статья не посвящена глубокому анализу организации Windows, рассмотрим те моменты, которые существенны для решения поставленной задачи.

Первым приятным моментом является то, что операционная система Windows, работая в защищённом режиме, обеспечивает для каждого запущенного на выполнение приложения отдельное виртуальное адресное пространство размером в 4 Гбайт. Теперь, программируя на ассемблере, не приходится беспокоиться о существовавшей в DOS проблеме ограничения адресного пространства сегментов в 64 кбайт. Таким образом, в 32-разрядный Windows используется только одна модель памяти — «плоская», обозначаемая ассемблерной директивой MODEL FLAT.

Вторым приятным моментом, существенно изменяющим характер программирования в ОС Windows, является то, что при программировании приложения активно используется огромное количество функций интерфейса API (Application Programming Interface), предоставляемых в *рамках самой операционной системы Windows* и позволяющих значительно минимизировать труд программиста по реализации каких-либо прикладных задач, будь то создание графического изображения окна или работа с файлом, сводя эту работу к простым вызовам в своей программе. Под DOS приходилось применять системные вызовы (системные прерывания INT 21H) или прибегать к прерываниям BIOS (особенно часто это касалось работы по созданию интерфейса пользователя). Большое богатство функций сосредоточено в системных библиотеках динамической компоновки DLL, основными из которых являются User32.dll, Gdi32.dll, Advapi32.dll и Kernel32.dll. Эти библиотеки предоставляют разработчику программ документированный интерфейс между программами и вызываемыми функциями подсистем. User32.dll реализует функции, связанные с поддержкой пользовательского интерфейса, Gdi32.dll обеспечивает графический интерфейс, а Kernel32.dll отвечает за поддержку работы с памятью и взаимодействие с процессами. В отличие от статически компокуемых библиотек (раннее связывание), привычных нам при программировании в DOS, библиотеки динамической компоновки загружаются в память и обращение к ним идёт динамически, по мере необходимости. При этом распознавание необходимости DLL для загружаемой программы происходит либо автоматически при запуске программы, либо через вызов в этой программе соответствующей функции. Второй способ иногда удобней, так как программа может скорректировать своё выполнение по результатам загрузки DLL и продолжить выполнение, скажем, с ограничением своей функциональности, или самостоятельно выгрузить ранее загруженную и ставшую ненужной DLL. В первом случае Windows сообщит об ошибке и выгрузит приложение. Разные способы загрузки вносят принципиальные изменения и в код программы. Для первого случая в коде программы необходимо наличие строки с директивой *includelib* и название так называемой библиотеки импорта (например User32.lib). Эта библиотека позволяет редактору связей получить информацию о требуемой при динамической компоновке DLL, которая вносится в исполняемый файл (библиотеки импорта по имени

совпадают с именем представляемых ими DLL и имеют расширение .lib). Кроме того, в исполняемом файле необходимо вызывать функцию *GetProcAddress* для каждой используемой функции, что несколько увеличивает код. При самостоятельной загрузке библиотеки импорта в тексте программы не используются, при этом не исключается необходимость чёткого знания количества и формата передаваемых параметров в используемых функциях. Существует два механизма определения функции при её связывании: по номеру и по имени этой функции. Чаще используется второй вариант, имеющий, как минимум, преимущество читабельности исходной программы, так как название отражает выполняемую функцию. Являясь разделяемым ресурсом в ОС Windows, DLL существенным образом экономят системные ресурсы, так как в оперативной памяти находится только одна копия DLL при обращении к ней нескольких программ. Кроме того, DLL существенно уменьшают объём самих создаваемых программ, тем самым экономя системный ресурс в части занимаемого программой места на жёстком диске. DLL, кроме исполняемого кода, могут содержать и другие данные, например, графические изображения, шрифты и т.д.

Мы подошли к третьему, очень важному положительному моменту, являющемуся одним из ключевых для ОС Windows, — многозадачности. Как мы помним, в DOS, чтобы написать программу, обеспечивающую параллельное (точнее, псевдопараллельное) выполнение программного кода, приходилось очень потрудиться, так как сама DOS была спроектирована как однозадачная ОС. В Windows эти проблемы в основном решаются на системном уровне, хотя определённые тонкие моменты при программировании остаются (вопросы синхронизации при межзадачном обмене и использовании общесистемных ресурсов, например COM-порта). Вопросы синхронизации доступа для разделяемого участка программы при обращении к общим данным мы ещё коснёмся.

При активном использовании вызовов функций необходимо помнить о порядке передачи параметров через стек (и не только через стек!) в вызываемые процедуры и функции. С этими моментами программисты должны были сталкиваться и раньше, при написании процедур и функций на ассемблере в программах, написанных на языках высокого уровня. Кроме того, при разных подходах является актуальным вопрос о том кто «чистит» стек: вызывающая программа или вызываемая подпрограмма. Для распространённых языков программирования C и Pascal существуют следующие соглашения по этим двум вопросам. По соглашению для C параметры в вызываемую функцию передаются справа налево и вызывающая программа должна очистить стек. Например вызов функции Test

```
Test (param_1, param_2)
в ассемблерном виде выглядит как
push [param_2]
push [param_1]
call Test
add sp,8
```

По соглашению для Pascal всё с точностью до наоборот, то есть передача параметров в функцию осуществляется слева направо и вызываемая функция ответственна за очистку стека. Для платформ Win32 используется комбинированный вариант этих соглашений STDCALL. Согласно этому варианту соглашения данные в вызываемую функ-

цию передаются справа налево и вызываемая функция чистит стек. Говоря о вызовах функций, нельзя не коснуться темы существования в MASM32 очень удобной директивы INVOKE, позволяющей минимизировать текстовые затраты программиста на ассемблере при оформлении вызова функции в тексте программы. Как известно, стандартный способ вызова функции на ассемблере — через оператор Call, то есть вызов функции `Test2 (param_1,param_2)` с двумя параметрами будет выглядеть следующим образом:

```
Push param_2
Push param_1
Call Test2@N
```

Здесь N — количество отправляемых в стек байтов.

Использование директивы INVOKE позволяет нам оформить вызов функции `Test2` более коротко:

```
INVOKE Test2 param_1, param_2
```

При этом передача параметров в стек и очистка стека будут автоматически оформлены компилятором. Параметры, передаваемые в функцию, при этом могут являться адресом (смещением — OFFSET или ADDR), непосредственным значением или значением в регистре. Естественно, для того чтобы транслятор и редактор связей правильно обработали эту директиву (проверили количество и тип параметров вызываемой функции), они должны иметь прототип функции. Прототипы функций имеют вид [имя функции] ключевое слово [PROTO] и далее через двоеточие в соответствии с числом параметров их тип, например `DWORD`, и хранятся в многочисленных inc-файлах (\masm32\INCLUDE*.inc). Прототип для `Test2` выглядит как `Test2 PROTO: DWORD: DWORD`.

Одними из фундаментальных понятий в Windows являются окно, сообщение, цикл обработки очереди сообщений. Окно в упрощённом виде можно рассматривать как программный каркас приложения в Windows, в котором определены все свойства этого приложения, включая видимый интерфейс пользователя и внутреннюю логику работы самого приложения. Каждое окно для идентификации операционной системой имеет свой дескриптор окна — четырёхбайтовое число, позволяющее операционной системе понимать, какая из программ её о чём-то просит. Для этого в большинстве вызываемых из приложения функций, связанных с использованием системных ресурсов, в качестве параметра присутствует этот дескриптор. Окно не обязательно должно иметь видимый пользователю интерфейс. Операционная система Windows генерирует и распределяет между запущенными приложениями сообщения о событиях во «внутреннем мире» ОС.

Событиями являются нажатия на клавишу клавиатуры, перемещение мыши, поступление информации в СОМ-порт и т.д. Приложение получает информацию о событиях в виде заполненных структур. Приложение не обязательно реагировать на все события и может выбирать, какие из поступивших событий будет обрабатывать. Для каждого окна существует своя очередь предназначенных ему сообщений, обрабатываемая в рамках главной процедуры этого окна. Таким образом, каждое приложение имеет внешний интерфейс пользователя (в случае консольных приложений он отсутствует) с меню и кнопками управления, программу, получающую сообщения об имеющихся местах событий, и собственно код главной процедуры окна, обрабатывающий эти события и обеспечивающий функциональность конкретного приложения. Подчеркну ещё раз (это важный мо-

мент), что приложению нет необходимости что-либо предпринимать для получения и формирования очереди сообщений — эта функция лежит на самой операционной системе. Программный код главной процедуры приложения только обрабатывает события, и всё. Это, безусловно, упрощает программирование в ОС Windows, так как в случае приложения под DOS оно должно само следить за происходящим в ОС, не полагаясь на её «помощь». DLL не является полнофункциональным приложением в привычном понимании, но тем не менее у неё есть так называемая процедура входа (на неё указывает метка за директивой END), которая получает и обрабатывает события, передаваемые ей операционной системой. Подчинённый характер DLL заключается в ограниченном числе получаемых сообщений и выгрузке из памяти при закрытии основного приложения, которое «вызвало к жизни» DLL, хотя само приложение при этом может продолжать свою работу. При вызове процедуры входа DLL в стеке для неё передаются три параметра, один из которых поясняет, по какому поводу её «побеспокоили». DLL передаются следующие параметры: первый — идентификатор DLL-библиотеки, второй — сообщение о причине вызова, третий — зарезервирован для дальнейших расширений. Причины вызова могут быть следующие:

`DLL_PROCESS_ATTACH` — сообщение о том, что библиотека загружена в адресное пространство вызвавшего её процесса;

`DLL_THREAD_ATTACH` — сообщение о создании вызвавшим библиотеку процессом нового потока;

`DLL_PROCESS_DETACH` — сообщение о том, что библиотека выгружается из адресного пространства вызвавшего её процесса;

`DLL_THREAD_DETACH` — сообщение об уничтожении процессом ранее созданного им потока.

Основной «каркас» простейшей DLL

```

;-----
;           SimpleDLL.asm
;-----
.386
.model flat, stdcall
include \masm32\include\windows.inc
include \masm32\include\user32.inc
includelib \masm32\lib\user32.lib
include \masm32\include\kernel32.inc
includelib \masm32\lib\kernel32.lib
.data
.code
DllEntry proc hInstSimpleDLL: HINSTANCE, reason:DWORD,
future: DWORD
mov eax, TRUE
ret
DllEntry endp

FirstFunction proc param1:DWORD, param2:DWORD
Mov ebx,param1
Mov eax,param2
Add eax,ebx
ret
FirstFunction endp

End DllEntry

```

```

-----
;
;           SimpleDLL.inc
;
-----
FirstFunction proc param1:DWORD, param2:DWORD

```

```

-----
;
;           SimpleDLL.def
;
-----
LIBRARY SimpleDLL
EXPORTS FirstFunction

```

Удивительно, но перед нами текст совершенно работоспособной DLL (точнее, три текстовых файла .asm, .inc и .def). Согласитесь, что всё достаточно прозрачно и лаконично. Процедура DllEntry вызывается операционной системой в случаях, определённых перечнем приведенных ранее сообщений. При успешном завершении действий, связанных с конкретным сообщением (реально его можно и не обрабатывать, как в приведенном «каркасе»), процедура возвращает TRUE.

Если для нормальной работы DLL при её загрузке в память необходима инициализация внутренних переменных или просто выделение блока памяти, а это не может быть выполнено, то, вернув FALSE, Вы тем самым сообщаете операционной системе о «неудаче» и DLL будет выгружена. Наша DLL содержит всего лишь одну функцию FirstFunction, которая, получив два параметра, складывает их и возвращает результат сложения (надо сказать, что возвращаются значения в регистре eax). В файле определений (.def) после ключевого слова LIBRARY указывается имя библиотеки. Все функции DLL, которые мы хотели бы сделать доступными для внешних программ, перечисляются с ключевым словом EXPORTS. После компиляции проекта мы получаем два файла, саму библиотеку SimpleDLL.DLL и файл SimpleDLL.lib, последний является библиотекой импорта, о которой мы уже говорили. Напомню, что она необходима при создании программы пользователя, использующей созданную Вами библиотеку в режиме явного связывания. Собственно сам «каркас» приведённой DLL уже является подобным примером, использующим системные библиотеки.

Массивы и структуры пользовательской DLL

Для начала будем рассматривать простейший вариант, когда в адресном пространстве сервера будет видимым только одно устройство. Как Вы, наверно, помните, все теги, видимые клиентом (публикуемые OPC-сервером), делятся на три типа: аналоговые, битовые и целые. Теги представляют собой структуру данных. Структура — это конструкция в ассемблере (и не только в нём), позволяющая объединять данные различных типов. Таким образом, структура определяет составной тип данных, в котором содержится один или более элементов данных, называемых членами (полями) структуры. Синтаксис определения структуры в ассемблере довольно прост:

```
Имя STRUC
ENDS
```

Параметр «Имя» — это присваиваемое структуре имя. Все данные, находящиеся между ключевыми словами STRUC и ENDS, являются членами структуры.

Обращение к членам структуры выглядит следующим образом: «Имя.ИмяПоляСтруктуры», то есть первым идёт имя структуры и далее через разделитель «.» — имя поля

структуры. Как уже говорилось, важно, что каждый член структуры (или поле структуры) может иметь разный тип. Учитывая это, при помощи определения различных структур можно создавать описания объектов с набором признаков, присущих этим объектам. В нашем случае каждый тег имеет как минимум два поля: имя тега и само значение. Поле имени тега содержит указатель на строковую переменную, которая содержит имя тега. В поле тега «значение» в зависимости от того, какой тип тега определяется структурой, будет переменная, содержащая в явном виде значение переменной соответствующего типа для ассемблера. Посмотрим, как всё это выглядит на ассемблере.

Структура, описывающая тег, содержащий аналоговую переменную:

```
anTag struc
ptrname dd NULL
value dd 0
anTag ends
```

Структура, описывающая тег, содержащий битовую переменную:

```
bitTag struc
ptrname dd NULL
value db 0
bitTag ends
```

Структура, описывающая тег, содержащий переменную целого типа:

```
intTag struc
ptrname dd NULL
value dd 0
intTag ends
```

При определении структуры переменные инициализировать не обязательно. Если Вы всё же указываете какие-либо значения, они принимаются значениями по умолчанию при объявлении в тексте программы переменной с типом этой структуры.

Следующая структура TDataForOPCServer является основной, так как содержит поля, полностью описывающие конкретное устройство, с точки зрения наличия (или отсутствия) у устройства определённых типов данных (по сути, реальных входов-выходов устройства) и количества логических входов. Структура выглядит следующим образом:

```
TDataForOPCServer struc
dataIsValid db 1 ; признак качества данных
anTagsQty dw 1 ; количество аналоговых тегов
TAnTag dd 0 ; указатель на массив аналоговых тегов
bitTagsQty dw 1 ; количество битовых тегов
TBitTag dd 0 ; указатель на массив битовых тегов
intTagsQty dw 1 ; количество тегов с значением целого типа
TIntTag dd 0 ; указатель на массив тегов целого типа
structVersionNumber dw 0 ; поддержка версии 0 OPC-сервера Fastwel
DeviceName db "Device1" ; имя устройства
DeviceNameL db 57 dup ( " " ) ;
Reserved db 128 dup(0) ; зарезервировано
TDataForOPCServer ends
```

Смысл полей достаточно ясен из текста комментария. Необходимо сделать акцент на том, что поле версии OPC-сервера Fastwel — это не просто порядковый номер текущей версии универсального сервера, а данные, влияющие на характер и количество полей самой структуры TDataForOPCServer, интерпретируемые сервером, то есть

определяющие функциональные возможности универсального OPC-сервера в целом.

Так, если в поле structVersionNumber стоит версия 1, то структура является описанием некоторого массива структур, что позволяет «видеть» несколько устройств.

ФУНКЦИИ, РЕАЛИЗУЕМЫЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОЙ DLL

Функции, вызываемые непосредственно OPC-сервером, которые необходимо реализовать в пользовательской DLL (и экспортировать для возможности их использования), следующие:

```
1. const TDataForOPCServer * PASCAL
GetDataForOPCServer( void );

2. unsigned char PASCAL SetAnTagValue(
    unsigned number, // устройства (HIWORD) и
    // номер тега в массиве (LOWORD)
    float value // новое значение параметра
);

3. unsigned char PASCAL SetBitTagValue(
    unsigned number, // устройства (HIWORD) и
    // номер тега в массиве (LOWORD)
    unsigned char value // новое значение параметра
);

4. unsigned char PASCAL SetIntTagValue(
    unsigned number, // устройства (HIWORD) и
    // номер тега в массиве (LOWORD)
    int value // новое значение параметра
);
```

Описание функций взято из заголовочного файла dataserv.h, входящего в поставку универсального OPC-сервера фирмы Fastwel.

Как можно видеть, первая функция возвращает OPC-серверу указатель на структуру TDataForOPCServer, о которой мы говорили ранее, тем самым давая информацию о наличии и количестве соответствующих тегов, остальные функции позволяют OPC-серверу изменять значения соответствующих тегов. Посмотрим, как выглядит простейшая реализация этих функций на ассемблере:

```
1. GetDataForOPCServer proc
    mov eax,offset TestTDataForOPCServer
    ret
GetDataForOPCServer endp

2. SetAnTagValue proc number:DWORD, value:DWORD

    mov eax,value
    mov TestAnTag.value,eax
    mov eax,1
    ret
SetAnTagValue endp

3. SetBitTagValue proc number:DWORD, value:BYTE
    mov al,value
    mov TestbitTag.value,al
    mov eax,1
    ret
SetBitTagValue endp

4. SetIntTagValue proc number:DWORD, value:DWORD
```

```
    mov eax,value
    mov TestintTag.value,eax
    mov eax,1
    ret
SetIntTagValue endp
```

Как видим, всё достаточно просто. Приведённый текст не является объявлением функций, как это видим в прототипе на языке C++ 5. Я ввёл некоторую конкретику для сокращения дальнейшего обращения к тексту на ассемблере. Реально объявление для функции установки аналогового тега выглядит так:

```
SetAnTagValue proc number:DWORD, value:DWORD
    ret
SetAnTagValue endp
```

Результат работы первой функции — это указатель, возвращаемый в регистре eax. Если в eax возвращается NULL, это ошибка. Остальные функции получают в качестве параметров номер устройства (старшее слово), в нашем примере оно одно, так как версия 0, номер соответствующего тега в массиве (младшее слово) параметра number и его новое значение — параметр value. При этом приведённые в качестве примера функции не изменяют выходные значения в реальном устройстве, а просто изменяют значение в массиве и сообщают OPC-серверу, что всё в порядке (значение TRUE или 1 в регистре eax).

В действительности в функциях, изменяющих значения тегов, Вам необходимо реализовать не формальное изменение значения тега в массиве данных, а реальное изменение значения в устройстве (это может быть значение в регистре платы, установленной в слот компьютера, или значение на выходе контроллера, обмен с которым осуществляется по коммуникационному порту).

СОЗДАНИЕ ПОТОКА И ЗАЧЕМ ЭТО НУЖНО

Наверняка у читателя возникнет вопрос, каким образом осуществляется обновление данных в структуре TDataForOPCServer. Законный вопрос. Необходимо иметь некую подпрограмму, которая периодически считывала бы значения из нашего устройства и заносила эти значения в поле value соответствующего тега.

Роль подобных подпрограмм, выполняемых в режиме псевдопараллельности, играют **потоки**, создаваемые основным приложением. Каждое приложение имеет хотя бы один первичный поток (можно считать, что это основная программа), который может создавать вторичные потоки, которые, в свою очередь, могут создавать свои вторичные потоки, и т.д. Между создающим и создаваемым потоком существуют «родительские» взаимоотношения, выражающиеся в том, что поток, создающий вторичный поток, может его и завершить, обратное неверно. Выделением кванта времени для исполнения какого-либо потока (и собственно его выполнением) занимается сама операционная система.

DLL ничем не хуже других приложений Windows, и поэтому в рамках пользовательской DLL нам необходимо создать поток (подпрограмму), который и будет заниматься вопросом обновления данных. Рассмотренный вопрос о потоках является системным, относящимся к организации ОС Windows, и, конечно же, его необходимо учитывать при программировании приложений не только на ассемблере.

В рамках API есть функции, при помощи которых и осуществляется процесс создания и управления потоками. Допустим, есть процедура, которая через определённый интервал времени, определяемый программной задержкой, считывает текущее значение переменной целого типа из структуры TDataForOPCServer, увеличивает его на единицу и записывает получившееся значение обратно. Надо отметить, что код создаваемых потоков имеет доступ ко всем переменным приложения.

```
DllThread proc
    DllThreadLoop:
    pushad
    mov cx, 100
    Thread_delay:
    loop Thread_delay
    mov eax, TestintTag.value
    inc eax
    mov TestintTag.value, eax
    popad
    jmp DllThreadLoop
    ret
DllThread endp
```

Теперь в рамках программы, которая будет выполняться при загрузке DLL в память, необходимо эту процедуру запустить:

```
invoke CreateThread, NULL, 0, offset DllThread,
[Dll_Handle], 0, offset HTHR
```

Как видим, это осуществляется вызовом соответствующей функции API (CreateThread) с передачей ей необходимых параметров:

- 1) указатель на структуру атрибутов безопасности доступа (актуально для NT). Обычно не используется — NULL;
- 2) размер стека потока. Если значение параметра равно 0, принимается размер стека родительского потока;
- 3) адрес исполняемой процедуры потока. В нашем случае это DllThread, которая выполняет порученную ей работу по обновлению данных;
- 4) параметр для функции потока;
- 5) флаг состояния потока. Если параметр нулевой, выполнение потока начинается немедленно. Если созданный поток ожидает запуска (функцией ResumeThread), используется флаг CREATE_SUSPEND;
- 6) адрес переменной, в которую записывается дескриптор созданного потока.

Как мы говорили, родительский поток, кроме того что может породить вторичный поток, может его и «убить», вызовом соответствующей функции. Это осуществляется в рамках окончания работы приложения OPC-сервера, которое сообщает DLL о том, что работа приложения завершается и ему необходимо освободить все ресурсы и завершить все созданные потоки.

```
invoke TerminateThread, [HTHR], 0
```

После рассмотрения всех этих вопросов можно взглянуть на то, что у нас получилось:

```
; Project DLL for v.0 Universal OPC Server Fastwel
.386
.model flat, stdcall
option casemap:none
include \masm32\include\windows.inc
include \masm32\include\user32.inc
includelib \masm32\lib\kernel32.lib
include \masm32\include\kernel32.inc
```

```
includelib \masm32\lib\user32.lib
include DATASERV.Inc

.data
Dll_Handle dd ?
HTHR dd ?
; переменные устройства 0
TestAnTagName db "TestAnTag", 0
TestbitTagName db "TestbitTag", 0
TestintTagName db "TestintTag", 0

TestTDataForOPCServer TDataForOPCServer <>
```

```
TestAnTag anTag <TestAnTagName, 2.3>
TestbitTag bitTag <?>
TestintTag intTag <?>
```

```
.code
DllThread proc
    DllThreadLoop:
        pushad
        mov cx, 100
        Thread_delay:
        loop Thread_delay
        mov eax, TestintTag.value
        inc eax
        mov TestintTag.value, eax
        popad
        jmp DllThreadLoop
        ret

DllThread endp
DllEntry proc hInstDLL:HINSTANCE, reason:DWORD,
reserved1:DWORD
```

```
mov eax, reason
cmp eax, DLL_PROCESS_DETACH
je @dll1 ; закрытие библиотеки
cmp eax, DLL_PROCESS_ATTACH
je @dll2 ; открытие библиотеки
cmp eax, DLL_THREAD_DETACH
je @dll3
cmp eax, DLL_THREAD_ATTACH
je @dll4
; неизвестная команда !
mov eax, TRUE
jmp dll_exit
```

```
-----
; закрытие библиотеки процессом
@dll1:
invoke TerminateThread, [HTHR], 0
mov eax, TRUE
jmp dll_exit
-----
; открытие библиотеки процессом
@dll2:
mov eax, dword ptr [ebp+8] ; Взяли дескриптор
mov Dll_Handle, eax

; инициализируем структуру битовой переменной
; устройства 0
```

```

    mov TestbitTag.ptrname, offset TestbitTagName
    mov TestbitTag.value, 1
; инициализируем структуру переменной целого типа
устройства 0
    mov TestintTag.ptrname, offset TestintTagName
    mov TestintTag.value, 650

; инициализируем структуру TDataForOPCServer
mov TestTDataForOPCServer.dataIsValid, 1
mov TestTDataForOPCServer.anTagsQnty, 1
mov TestTDataForOPCServer.TAnTag, offset TestAnTag
mov TestTDataForOPCServer.bitTagsQnty, 1
mov TestTDataForOPCServer.TBitTag, offset TestbitTag
mov TestTDataForOPCServer.intTagsQnty, 1
mov TestTDataForOPCServer.TIntTag, offset TestintTag

; создаём поток опроса значений
invoke CreateThread, NULL, 0, offset DllThread,
[Dll_Handle], 0, offset HTHR
;-----
mov eax, TRUE
jmp dll_exit
;-----
; закрылся один из потоков
@d113:
mov eax, TRUE
jmp dll_exit
;-----
; открылся один из потоков
@d114:

    mov eax, TRUE
    dll_exit:
    ret

DllEntry endp
GetDataForOPCServer proc
    mov eax, offset TestTDataForOPCServer

    ret

GetDataForOPCServer endp
SetAnTagValue proc number:DWORD, value:DWORD

    mov eax, value
    mov TestAnTag.value, eax
    mov eax, 1
    ret

SetAnTagValue endp
SetBitTagValue proc number:DWORD, value:BYTE

    mov al, value
    mov TestbitTag.value, al
    mov eax, 1
    ret

SetBitTagValue endp
SetIntTagValue proc number:DWORD, value:DWORD

    mov eax, value
    mov TestintTag.value, eax

```

```

    mov eax, 1
    ret

SetIntTagValue endp
End DllEntry

```

СОЗДАНИЕ КРИТИЧЕСКИХ СЕКЦИЙ, И ЗАЧЕМ ОНИ НУЖНЫ

В рамках идеологии объектного программирования доступ к переменным (чтение или запись) некоторого объекта должен осуществляться единообразным способом, или *методом*. То есть если у нас определена подпрограмма SetIntTagValue изменения значения переменной в массиве TDataForOPCServer, то и в программе, отвечающей за считывание и обновление значений переменных, необходимо использовать ту же самую процедуру (метод), а не писать значение напрямую, как это осуществляется у нас в примере кода потока. Выглядеть это должно так:

```

DllThread proc
    DllThreadLoop:
    pushad
    mov cx, 100
    Thread_delay:
    loop Thread_delay
    mov eax, TestintTag.value
    inc eax
    mov ebx, 0
    invoke SetIntTagValue, ebx, eax
    popad
    jmp DllThreadLoop
    ret
DllThread endp

```

Использование одной и той же подпрограммы для изменения состояния одной и той же переменной (её атрибутов), при том что доступ к ней имеют программы DLL и сервера (асинхронный доступ), может приводить к неверным конечным результатам. Чтобы избежать подобной ситуации, существует программный инструмент синхронизации доступа — критическая секция. Для использования этого инструмента необходимо создать структуру `DataservCriticalSection RTL_CRITICAL_SECTION <?>` и инициализировать её соответствующей функцией

```

    invoke InitializeCriticalSection, addr
    DataservCriticalSection

```

Теперь при реализации функции изменения значения переменной при входе и выходе вызываются соответствующие функции, функция `invoke EnterCriticalSection` — войти в критическую секцию и `invoke LeaveCriticalSection` — покинуть критическую секцию. То есть в общем виде это выглядит так:

```

    SetIntTagValue proc number:DWORD, value:DWORD
        invoke EnterCriticalSection, addr
    DataservCriticalSection

```

```

; здесь код процедуры изменения значения переменной

```

```

    invoke LeaveCriticalSection, addr
    DataservCriticalSection
    mov eax, 1
    ret

SetIntTagValue endp

```

Подобная реализация гарантирует, что программа, ограниченная функцией входа и выхода в критическую секцию, будет выполняться только одним потоком приложения.

При завершении работы программы DLL, когда все ресурсы необходимо освободить, вызывается функция для удаления ранее созданного объекта — критическая секция `invoke DeleteCriticalSection`, `addr DataservCriticalSection`. В приведённом примере DLL пользователя не используется критическая секция, но сказать о ней необходимо, так как это один из стандартных способов решения вопроса синхронизации работы потоков при программировании (наряду с семафорами, событийной синхронизацией и мьютексами).

ЗаклЮчение, или ЧТо впереди

В статье рассматривался вариант реализации самой простой версии интерфейса (версия 0) пользовательской DLL доступа к данным. Разработчики фирмы Fastwel постоянно совершенствуют свой программный продукт, и в зависимости от версии Universal OPC-сервер появлялись новые версии интерфейса DLL, который может выбрать для реализации разработчик DLL. Новые версии интерфейса предлагают тот или иной дополнительный сервис при написании кода DLL и публикации дополнительных параметров тегов. В отличие от версии 0, в версии 1 появляется возможность задания нескольких устройств в адресном пространстве OPC-сервера. Версия 2 отличается от версии 1 признаком качества данных в каждом теге. Версия 3 отличается от версии 2 дополнительным полем времени в каждом теге, а также наличием функций синхронизации при обновлении атрибутов тега со стороны DLL.

Интересным моментом при использовании этих функций является то, что параметр `tstamp`, имеющий тип `FILETIME`, передаётся в функцию не через стек, а через регистр сопроцессора. В целом реализация пользовательской DLL на ассемблере с учётом возможностей последующих версий интерфейса (1, 2, и 3) не несёт в себе каких-либо принципиальных моментов по отношению к рассмотренным нами вопросам. Хочется надеяться, что базовые моменты описаны достаточно полно и послужат отправной точкой для реализации продвинутых вариантов пользовательской DLL. Главное, чтобы программист понял, что использование ассемблера при реализации программ для Windows ничуть не сложнее того, к чему он привык в DOS. Серьёзные изменения в программировании под Windows в основном связаны с появлением большого количества структур системных объектов, API и с необходимостью учёта многозадачности Windows (вопрос написания драйверов в этой ОС — это отдельная тема). Но тут, как говорится, учи матчасть, без её знания и раньше жилось непросто. ●

Литература

1. Fastwel Universal OPC-сервер версия 1.0. Руководство пользователя. — М.: Fastwel, 1999.
2. Пирогов В.Ю. Ассемблер для Windows. — М.: ИД Молгачева С.В., 2002.

Автор — сотрудник фирмы ПРОСОФТ

Телефон: (812) 325-3790

Факс: (812) 325-3791

E-mail: info@spb.prosoft.ru

НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ

ПРОСОФТ — лучший дистрибьютор Advantech IAG в 2004 году

В начале июня 2005 года в американском городе Цинциннати, штат Огайо, прошла трёхдневная конференция Advantech eAutomation World Partner Conference, в которой приняли участие 160 представителей и дистрибьюторов из Америки, Европы и Азии.

Это масштабное мероприятие корпорация Advantech, а точнее её подразделение, занимающееся промышленной автоматизацией, Industrial Automation Group, проводит раз в два года. Его основная цель — ознакомить партнеров с перспективами развития бизнеса Advantech на ближайшие пять лет как в области технологий производства промышленной электроники, так и в сфере маркетинга и работы с клиентами.

Открывая конференцию, президент Advantech Industrial Automation Group г-н Минг Чин Ву (Ming-Chin Wu) отметил важное изменение в концепции развития компании: оставаясь лидером рынка промышленной автоматизации, компания должна ориентироваться не только на техническое совершенство продукции, но и на оказание



Награда Star Award, присужденная фирме ПРОСОФТ

полного комплекса услуг клиентам. Не каждое региональное представительство или дистрибьютор Advantech способно удовлетворить все потребности клиента, начиная с отлаженной логистики, технической поддержки и обучения и заканчивая участием

в совместных разработках аппаратуры и систем промышленной автоматизации.

Россия на конференции была представлена компанией ПРОСОФТ, имеющей наивысший статус среди независимых дистрибьюторов Advantech — Premier Channel Partner. Этого статуса компания была удостоена на предыдущей всемирной конференции в Тайбэе два года назад, но и на этот раз представителю ПРОСОФТ не пришлось уезжать с пустыми руками. Новая награда Star Award была вручена компании ПРОСОФТ за выдающиеся достижения в 2004 году.

По объёму продаж оборудования Advantech для промышленной автоматизации компания ПРОСОФТ достигла рекордных показателей, опередив многих дистрибьюторов даже из экономически развитых стран Западной Европы и Северной Америки. Наибольшим спросом у заказчиков ПРОСОФТ в России и других государствах бывшего СССР пользовались устройства промышленной коммуникации, популярные модули серий ADAM-4000 и ADAM-5000, промышленные мониторы FPM для человеко-машинного интерфейса (HMI) и мощные процессорные платы для промышленного применения серии PCA. ●

Александр Козлов

Эффективность применения частотно-регулируемого электропривода на канализационных насосных станциях

ВВЕДЕНИЕ

Вокруг вопроса эффективности применения частотно-регулируемого электропривода на канализационных насосных станциях (КНС) не один год идут споры. Многие считают, что установка преобразователя частоты экономически невыгодна, ввиду его сравнительно высокой стоимости и, как следствие, длительного срока окупаемости. Поэтому они являются сторонниками проверенного повторно-кратковременного режима работы насосных агрегатов.

Их оппоненты придерживаются противоположной точки зрения, полагая, что применение частотного регулирования экономически выгодно во всех случаях, а срок окупаемости при этом сравнительно невелик.

Существует также мнение, что альтернативой частотному регулированию при средних нагрузках (расходах) является просто грамотный подбор насосных агрегатов.

Как показывает опыт, универсального решения пока не существует.

Целью данной статьи является попытка определения критериев для оценки эффективности применения частотного регулирования.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СЕТИ

Энергетические потери гидравлической сети, или потери напора, являются ключевым критерием при определении эффективности частотного регулирования. Рассмотрим упрощённую технологическую схему КНС (рис. 1). Основными элементами схемы являются: задвижки Зд1, Зд2, Зд3, приёмный резервуар ПР, насосный агрегат НА и напорный коллектор НК длиной $L_{НК}$.

Выделим основные технологические параметры:

$H_{п}$ — напор, создаваемый уровнем в приёмном резервуаре на входе насосного агрегата;

$H_{на}$ — давление, создаваемое насосным агрегатом;

$P_{н}$ — давление за насосным агрегатом;

$P_{вых}$ — давление на выходе напорного коллектора;

$Q_{сток}$ — расход стоков, поступающих в приёмный резервуар;

$Q_{вых}$ — расход стоков, перекачиваемых насосом НА.

Кроме того, можно выделить:

$\Delta H_{ст.нк}$ — перепад высот напорного коллектора;

$\Delta H_{дин.нк}$ — динамические потери давления в напорном коллекторе.

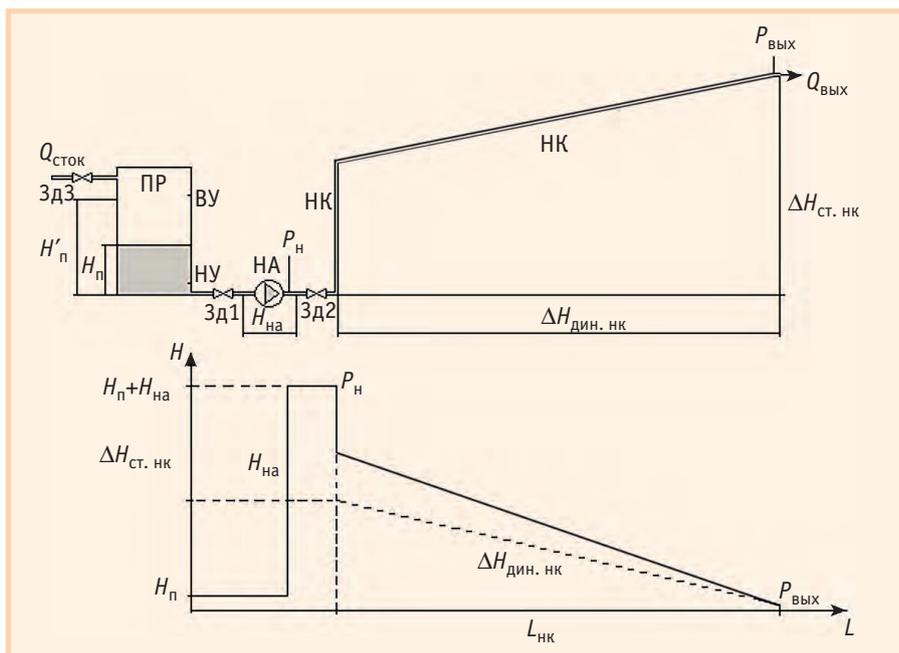
Стоки с расходом $Q_{сток}$ поступают в приёмный резервуар ПР. Далее стоки с расходом $Q_{вых}$ перекачиваются насосом НА через напорный коллектор.

Энергию для перекачивания стоков (полезную энергию) за определённое время (например, за час) можно определить как произведение массы стоков на геометрическую высоту подъёма за вычетом давления, создаваемого уровнем в приёмном резервуаре $H_{п}$:

$$W_{сток} = (\Delta H_{ст.нк} - H_{п}) \cdot Q_{сток} \cdot g, \quad (1)$$

где $g = 9,8 \text{ м/с}^2$. Здесь и далее параметры, соответствующие напору или давлению (потере давления), выражены в метрах водяного столба.

Расход поступающих стоков носит переменный характер и зависит от многих факторов: времени года, дня недели, времени суток. Производительность насосного агрегата рассчитывается на максимальный расход с запасом, поэтому расход $Q_{вых}$ больше $Q_{сток}$.



Условные обозначения:

Зд1, Зд2, Зд3 — задвижки; ПР — приёмный резервуар; НА — насосный агрегат; НК — напорный коллектор; ВУ — верхний уровень; НУ — нижний уровень.

Рис. 1. Упрощённая технологическая схема КНС

В общем случае затрачиваемую энергию для перекачивания стоков можно определить как произведение массы стоков на разность давления за насосным агрегатом P'_H и давления, создаваемого уровнем в приёмном резервуаре H'_H , и на долю рабочего времени насосного агрегата $T_{на}$ в рассматриваемом временном интервале (например, в течение часа):

$$W_{затр} = (P'_H - H'_H) \cdot Q_{вых} \cdot g \cdot T_{на} \quad (2)$$

Возникает вопрос о значении H'_H в повторно-кратковременном режиме. При работе насосного агрегата уровень в приёмном резервуаре изменяется от ВУ (верхнего уровня) в момент включения до НУ (нижнего уровня) в момент отключения. Динамика изменения уровня в приёмном резервуаре при работающем насосе также зависит от расхода стоков (например, при пиковом расходе насос работает постоянно и уровень близок к ВУ). Следует отметить, что независимо от гидравлических параметров сети энергия, затрачиваемая насосным агрегатом для перекачивания одного и того же объёма стоков, в повторно-кратковременном режиме при НУ ниже, чем при ВУ, так как при НУ динамические потери меньше. Разница может достигать 10% и более в зависимости от характеристик сети. Поэтому для оценки и сопоставления величин энергии, затраченной в разных режимах, в случае повторно-кратковременного режима следует рассматривать работу насосного агрегата при уровне в приёмном резервуаре H'_H , равном НУ, то есть при уровне, характеризующемся минимальными затратами энергии.

В идеальном случае должно сохраняться равенство затрачиваемой и полезной энергии на перекачивание стоков. На практике, к сожалению, этого не получается. Попробуем разобраться, как уменьшить затрачиваемую энергию.

Давление за насосным агрегатом P'_H складывается из трёх составляющих: перепада высот напорного коллектора $\Delta H_{ст.нк}$, давления на выходе напорного коллектора $P_{вых}$ и динамических потерь давления в напорном коллекторе $\Delta H_{дин.нк}$.

Динамические потери пропорциональны квадрату расхода $Q_{вых}$. Очевидно, что при равенстве $Q_{вых} = Q_{сток}$ динамические потери будут минимально возможными. Давление на выходе напорного коллектора $P_{вых}$ необ-

ходимо для «проталкивания» расхода $Q_{вых}$ через выходное сечение. При снижении расхода $Q_{вых}$ давление $P_{вых}$ уменьшается.

Таким образом, необходимую энергию для перекачивания стоков можно снизить за счёт снижения расхода $Q_{вых}$ до величины расхода стоков $Q_{сток}$. Насосный агрегат при этом будет работать постоянно с расходом $Q'_{вых} = Q_{сток}$, уровень в приёмной ёмкости будет постоянным, равным H'_H . При этом давление P'_H будет меньше P_H на величину разницы динамических потерь при расходе $Q'_{вых}$ и $Q_{сток}$. Одним из способов достижения равенства расходов $Q'_{вых}$ и $Q_{сток}$ является применение частотного регулирования.

Затрачиваемую энергию для перекачивания стоков при частотном регулировании можно определить как произведение массы стоков на разность давления за насосным агрегатом и давления, создаваемого уровнем в приёмном резервуаре H'_H :

$$W'_{затр} = (P'_H - H'_H) \cdot Q'_{вых} \cdot g, \quad (3)$$

где P'_H – давление за насосным агрегатом при частотном регулировании.

При оценке эффективности частотного регулирования необходимо учитывать гидравлические характеристики сети и расход стоков.

Сравним выражения затрачиваемых энергий на перекачивание стоков при повторно-кратковременном и частотном режимах, то есть выражения (2) и (3), соответственно. Правые части этих выражений фактически представлены массой стоков, перекачанных за определённое время с давлением P'_H для повторно-кратковременного режима (здесь дополнительно учитывается доля рабочего времени $T_{на}$) и с давлением P'_H для режима частотного регулирования. Запишем отношение затрачиваемых энергий на перекачивание стоков, соответствующих обоим режимам:

$$\begin{aligned} \frac{W_{затр}}{W'_{затр}} &= \frac{(P_H - H_H) \cdot Q_{вых} \cdot g \cdot T_{на}}{(P'_H - H'_H) \cdot Q'_{вых} \cdot g} \\ &= \frac{P_H - H_H}{P'_H - H'_H} = \frac{\Delta H_{дин.нк} + \Delta H_{ст.нк} + P_{вых} - H_H}{\Delta H'_{дин.нк} + \Delta H'_{ст.нк} + P'_{вых} - H'_H} \\ &= \frac{\Delta H_{дин.нк} + \Delta H_{ст.нк} - H_H}{\Delta H'_{дин.нк} + \Delta H'_{ст.нк} - H'_H} \quad (4) \end{aligned}$$

Ввиду относительно небольшой величины давления на выходе напорного коллектора значениями $P_{вых}$ и $P'_{вых}$

можно пренебречь и считать их равными нулю. Кроме того, здесь учтено, что $Q'_{вых} = Q_{вых} \cdot T_{на}$.

Выражение (4) показывает, во сколько раз применение частотного регулирования будет выгодней повторно-кратковременного режима работы. Разница между динамическими составляющими потерь давления является квадратичной функцией от расхода. Следовательно, экономия энергии будет тем больше, чем меньше будет расход при частотном регулировании, то есть чем меньше отношение $Q'_{вых}/Q_{вых}$. С другой стороны, чем больше перепад высот напорного коллектора, тем меньше отношение затрачиваемых энергий при неизменной сумме статических и динамических потерь напора – значит, экономия энергии будет выше при меньшем перепаде высот напорного коллектора. В приёмном резервуаре при частотном регулировании может поддерживаться любой уровень от НУ до ВУ, и, как видно из (4), повышение уровня H'_H увеличивает экономию энергии.

Возвращаясь к технологической схеме КНС, можем сделать вывод, что выражение (4) будет максимальным при больших динамических потерях $\Delta H_{дин.нк}$, то есть длинном напорном коллекторе, малом перепаде высот напорного коллектора $\Delta H_{ст.нк}$ и уровне H'_H , равном ВУ.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАСОСНОГО АГРЕГАТА ПРИ ЧАСТОТНОМ РЕГУЛИРОВАНИИ

Ранее P_H было охарактеризовано как давление, необходимое для покрытия гидравлических потерь; в то же время P_H можно представить как сумму давления, создаваемого уровнем в приёмном резервуаре P'_H , и давления, развиваемого насосом $P_{на}$:

$$P_H = P'_H + P_{на} \quad (5)$$

Соответствующим образом, используя H'_H и $H'_{на}$, можно записать формулу для P'_H при частотном регулировании, которая будет аналогична формуле (5).

Рассмотрим характеристику Q - H насоса при работе с гидравлической сетью (рис. 2). Рабочая точка A соответствует повторно-кратковременному режиму работы насоса и одновременно олицетворяет собой частный слу-

чай частотного режима при $Q_{\text{сток}} = Q_{\text{вых}}$ (работа насоса с номинальной частотой вращения). При снижении расхода стоков до значения $Q'_{\text{вых}}$ рабочая точка смещается влево и вниз по характеристике сети. Как видно из графика, смещение рабочей точки по вертикали сопряжено с динамическими потерями в напорном коллекторе.

Полезная энергия насоса в повторно-кратковременном режиме определяется как произведение давления, развиваемого насосом, на расход:

$$W_{\text{на, полезная}} = P_{\text{на}} \cdot Q_{\text{вых}} \cdot g \quad (6)$$

Полезная энергия в режиме частотного регулирования ($W'_{\text{на, полезная}}$) определяется по формуле, аналогичной формуле (6), с использованием соответственно $P'_{\text{на}}$ и $Q'_{\text{вых}}$.

С учётом КПД насоса полную энергию насосного агрегата в повторно-кратковременном режиме и в режиме частотного регулирования представим соответственно как:

$$W_{\text{на}} = \frac{P_{\text{на}} \cdot Q_{\text{вых}} \cdot g \cdot T_{\text{на}}}{\eta} \quad (7)$$

$$W'_{\text{на}} = \frac{P'_{\text{на}} \cdot Q'_{\text{вых}} \cdot g}{\eta'} \quad (8)$$

где η — КПД насоса в повторно-кратковременном режиме при расходе $Q_{\text{вых}}$ и частоте вращения $n_{\text{вых}}$; η' — КПД насоса в режиме частотного регулирования при расходе $Q'_{\text{вых}}$ и частоте вращения $n'_{\text{вых}}$.

Для оценки экономии сравним полные энергии насоса при повторно-кратковременном (7) и частотном (8) режимах работы, аналогично тому, как это сделано в (4):

$$\frac{W_{\text{на}}}{W'_{\text{на}}} = \frac{P_{\text{на}} \cdot Q_{\text{вых}} \cdot g \cdot T_{\text{на}} \cdot \eta'}{P'_{\text{на}} \cdot Q'_{\text{вых}} \cdot g \cdot T_{\text{на}} \cdot \eta} = \frac{P_{\text{на}}}{P'_{\text{на}}} \cdot \frac{\eta'}{\eta} \quad (9)$$

Как видно из выражения (9), экономия энергии зависит от отношения давлений и значений КПД насоса в разных режимах. Отношение давлений, развиваемых насосом, характеризует экономию, достигаемую за счёт снижения гидравлических потерь.

Влияние отношения коэффициентов полезного действия насоса рассмотрим

более подробно, используя рис. 3 и 4.

Рабочая точка A (рис. 3) соответствует повторно-кратковременному режиму работы насоса с расходом $Q_{\text{вых}}$. Рабочие точки $A1'$ и $A2'$ соответствуют режиму частотного регулирования, каждая из них характеризуется

своим расходом $Q'_{\text{вых1}}$ и $Q'_{\text{вых2}}$. Как видно из графика, при снижении расхода уменьшается давление на выходе насоса, а рабочая точка смещается по характеристике сети из точки A в точку $A1'$ (для расхода $Q'_{\text{вых1}}$) и в точку $A2'$ (для расхода $Q'_{\text{вых2}}$). При этом коэффициент полезного действия насоса снижается [1]. Теперь рассмотрим, как изменится соотношение затрачиваемых энергий при изменении расхода стоков с учётом снижения КПД насосного агрегата в режиме частотного регулирования (рис. 4). Рабочая точка A на графике соответствует ситуации, когда расход стоков равен производительности насоса при повторно-кратковременном режиме (насос работает постоянно). Затрачиваемая энергия в этом случае пропорциональна расходу $Q_{\text{сток}}$ (с увеличением $Q_{\text{сток}}$ режим работы насоса не изменяется, а время работы увеличивается). При частотном регулировании затрачиваемая энергия не линейна: с одной стороны, при снижении расхода $Q_{\text{сток}}$ снижаются динамические потери сети, с другой стороны — увеличиваются потери в насосе, то есть падает его коэффициент полезного действия. При определённом расходе $Q_{\text{сток min}}$ значения затрачиваемой энергии для обоих режимов становятся равными (точка $A3$).

При расходе стоков меньше $Q_{\text{сток min}}$ затрачиваемая энергия в режиме частотного регулирования больше, чем в повторно-кратковременном режиме. Очевидно, что затрачиваемая энергия в режиме

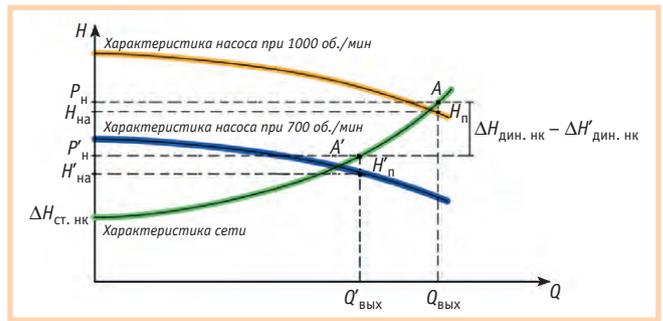


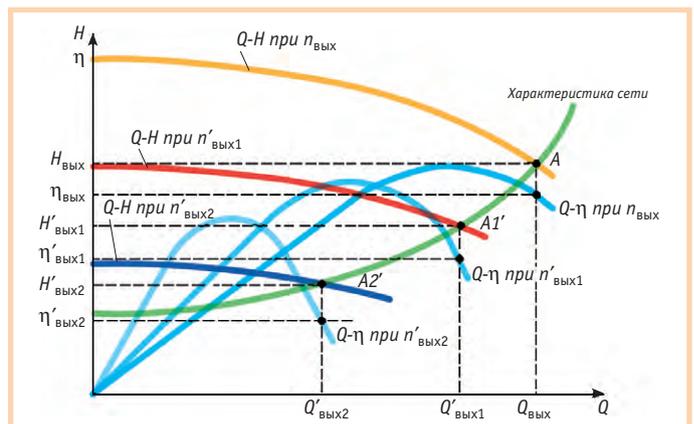
Рис. 2. Характеристики $Q-H$ насосного агрегата и сети при частотном регулировании

частотного регулирования будет меньше, чем в повторно-кратковременном режиме, при расходе больше, чем $Q_{\text{сток min}}$, но при этом меньше, чем $Q_{\text{на}}$:

$$Q_{\text{сток min}} < Q_{\text{сток}} < Q_{\text{на}} \quad (10)$$

Максимальная экономия энергии при частотном регулировании, по сравнению с повторно-кратковременным режимом, будет при некотором расходе $Q'_{\text{опт. вых}}$. Снижение экономии энергии наблюдается при расходе меньше, чем $Q'_{\text{опт. вых}}$, за счёт уменьшения коэффициента полезного действия насоса и при расходе больше, чем $Q'_{\text{опт. вых}}$, за счёт увеличения динамических потерь.

Вернемся к режимам работы КНС. Рассматривая потери гидравлической сети и энергетические характеристики насоса, мы пришли к выводу, что при некотором оптимальном расходе $Q'_{\text{опт. вых}}$ частотное регулирование наиболее экономично. В то же время расход поступающих стоков изменяется во времени и не равен оптимальному расходу $Q'_{\text{опт. вых}}$. Как в этих условиях добиться максимальной экономии? Очевидно, что при расходе больше, чем оп-



Условные обозначения:

$H_{\text{вых}}$ — напор, создаваемый на выходе насосного агрегата ($P_{\text{на}}$);
 $\eta_{\text{вых}}$ — КПД насосного агрегата при частоте вращения $n_{\text{вых}}$ и расходе $Q_{\text{вых}}$ (η).

Рис. 3. Характеристики $Q-H$ и $Q-\eta$ насосного агрегата при частотном регулировании

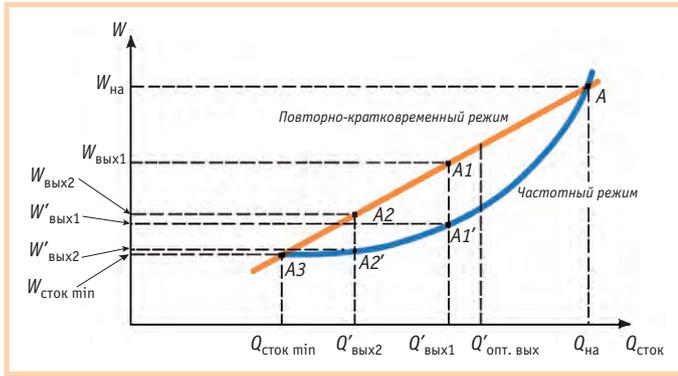


Рис. 4. Характеристики Q - W насоса при повторно-кратковременном и частотном режимах работы

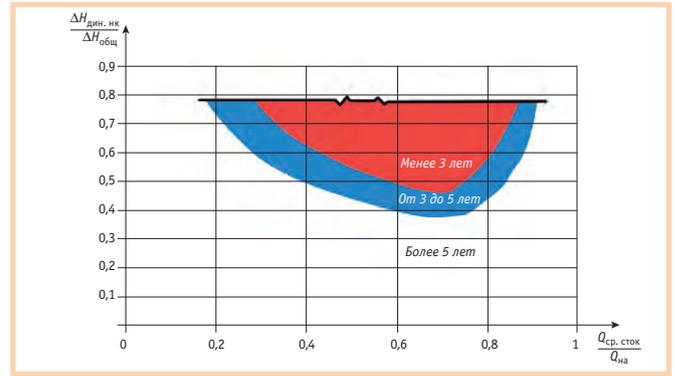


Рис. 5. Условия эффективного применения частотного регулирования на КНС (по критерию срока окупаемости преобразователя частоты)

тимальный расход $Q'_{\text{опт. вых}}$, нужно поддерживать уровень в приёмном резервуаре ($Q'_{\text{вых}} = Q_{\text{сток}}$). Если расход меньше оптимального расхода $Q'_{\text{опт. вых}}$, более экономичным режимом работы насоса становится режим частотного регулирования с поддержанием расхода $Q'_{\text{опт. вых}}$ при частоте вращения $n_{\text{опт}}$ [2]. Отметим, что при этом насос не будет работать постоянно: подобно работе в повторно-кратковременном режиме, он будет включаться при ВУ и отключаться при НУ.

Полученные оценки эффективности

При средней рыночной стоимости 1 кВт мощности преобразователя частоты 3000 руб. и стоимости 1 кВт электроэнергии 1 руб. для грубой оценки целесообразности применения частотного регулирования можно воспользоваться графиком на рис. 5.

По оси абсцисс отложены значения отношения средних расходов стоков станции к номинальному расходу насоса, а по оси ординат — значения отношения динамических потерь в напорном коллекторе к общим потерям (сумме статических и динамических потерь). На графике представлены две кривые, характеризующие окупаемость преобразователя частоты за 3 года (верхняя кривая) и за 5 лет (нижняя кривая). Эти кривые образуют в поле графика три области, соответствующие условиям (соотношениям значений параметров), при которых обеспечивается окупаемость преобразователя частоты за (сверху вниз) 3 года, 5 лет и срок более 5 лет.

Как видно из графика, эффективность применения частотного регулирования, выраженная через срок окупаемости, зависит как от динамических потерь давления в напорном коллекторе, так и от средних расходов сто-

ков. Срок окупаемости может быть одинаковым при разных соотношениях данных параметров. Как правило, при рассмотрении вопроса применения частотного регулирования на КНС руководствуются сроком окупаемости преобразователя частоты 3 года. Полученные результаты говорят о том, что для такого срока окупаемости динамические потери должны быть больше статических потерь, а средние расходы стоков должны быть близки к 50-70% от производительности насоса.

Данный график был построен с использованием математической модели насосного агрегата, учитывающей особенности работы при переменных частотах вращения центробежного насоса и асинхронного короткозамкнутого электродвигателя, а также посредством моделирования значений параметров гидравлической сети ($\Delta H_{\text{ст. НК}}$ и $\Delta H_{\text{дин. НК}}$ при неизменной их сумме) для переменных расходов стоков.

Несколько слов о математической модели насосного агрегата. Моделированию работы асинхронного электродвигателя при ненулевых частотах посвящено много учебников и публикаций. Что касается моделирования работы центробежного насоса при ненулевых частотах вращения, тут ситуация совершенно другая. Существующая теория подобия для насосных агрегатов применима лишь для частоты вращения, отличающейся от номинальной величины до 10%. Поэтому при проведении расчётов экономической эффективности используют различные «аналоги» теории подобия. Ситуация усложняется тем, что практически все производители насосов не располагают их характеристиками для ненулевых частот вращения (в лучшем случае для 2/3 от номинальной частоты).

Используемая в расчётах математическая модель насоса является собой тот редкий «лучший случай», когда была реализована возможность подтвердить корректность модели данными, представленными заводом-изготовителем. Причём характеристики насоса при частоте, равной 2/3 от номинальной, отличались от расчётных характеристик не более чем на 5%.

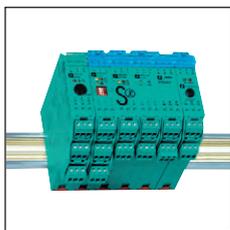
Из приведённых в данной статье расчётов и графиков видно, что определение эффективности применения частотного регулирования является «индивидуальным» и требует в каждом конкретном случае проведения исследования объекта, то есть определения характеристик сети и насосных агрегатов, проведения расчётов с учётом специфики и особенностей объекта и его оборудования.

Данная статья подготовлена под редакцией Владимира Павловича Бугрова. Её публикацией автор отдаёт дань светлой памяти этого замечательного учёного. ●

ЛИТЕРАТУРА

1. Козлов М., Чистяков А. Эффективность внедрения систем с частотно-регулируемыми электроприводами// Современные технологии автоматизации. — 2001. — № 1.
2. Прокопов А.А., Бакалов А.В., Олейник В.А. Применение низковольтного комплексного устройства СЧР для автоматизации канализационных насосных станций// Теплоэнергоэффективные технологии: Информационный бюллетень. — СПб: ВИТУ, Академический центр теплоэнергоэффективных технологий. — 2003. — № 2 (31).

Автор — сотрудник
ТЦ «ВЗЛЕТ-Промавтоматика»,
ЗАО «ВЗЛЕТ»
Телефон: (812) 380-8127
Факс: (812) 714-7138



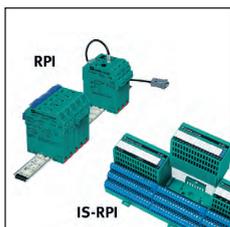
Искробезопасные нормализаторы сигналов с гальванической изоляцией серии K

Компактный монтаж на направляющую типа DIN или силовую рейку (Power Rail). Двухканальные аналоговые и дискретные модули с питанием от сетей постоянного и переменного тока снабжены съёмными соединительными колодками, идеальны для небольших приложений.



Барьеры искрозащиты на стабилизаторах серий μ Z600 и Z

Разработаны с учётом использования в большинстве задач, связанных с обеспечением искробезопасности. Монтаж на направляющую типа DIN, низкая стоимость, наличие сменяемых предохранителей, одно- и двухканальное исполнение.



Системы удалённого ввода-вывода RPI и IS-RPI

Обеспечивают сбор информации от первичных преобразователей, преобразование в цифровые значения и передачу данных по промышленным коммуникационным сетям PROFIBUS-DP V1, PROFIBUS-PA, ModBus RTU, ControlNet. Возможна установка систем в зонах классов 1 и 2.

Серии HiD 2000 и 3000

HiD 2000 — серия традиционных разделительных элементов, обеспечивающих гальваническую развязку между искробезопасными и искроопасными цепями. HiD3000 — серия разделительных модулей удаленного ввода-вывода, обеспечивающих наивысшую плотность элементов соединения. Доступны решения с протоколами PROFIBUS и ModBus RTU.



HIS, HART-мультиплексоры

Монтаж на направляющую типа DIN или на заказные сменные распределительные щиты конечных станций распределённых систем управления. HART-мультиплексоры связывают HART-устройства посредством усовершенствованной инструментальной системы для эмуляции и тестирования.



Решения

Взрывозащита

Средства сопряжения

Pepperl+Fuchs ELCON является мировым лидером в области производства взрывозащищённого электрооборудования для установки во взрывоопасных зонах и обладает богатым опытом разработки и производства средств взрывозащиты.

Линия продукция в настоящее время представлена средствами сопряжения и решениями по взрывозащите, включая

- средства сопряжения с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь»
- решения с интерфейсом HART
- электроаппаратуру для установки во взрывоопасных зонах:
 - операторские панели для ПЛК и операторские станции
 - панельные ПК
- источники вторичного электропитания



#125

Промышленный компьютер WAGO признан лучшим

Журнал «Control Engineering» присудил специальную награду промышленному компьютеру WAGO I/O-IPC Series 758 как лучшему инновационному решению в номинации «Встраиваемые системы контроля». Издание проводило опрос по различным средствам автоматизации в восьми номинациях. Читателям журнала было предложено выбрать лучшее изделие из списка, включающего более сорока производителей. Критериями для выбора служили удобство использования, техническое совершенство и успех на рынке.

Компактный IBM PC совместимый компьютер WAGO I/O-IPC Series 758 обладает уникальной возможностью интегрировать в себе модули ввода-вывода серии 750, предназначенные для самых различных типов промышленных сетей, получившие заслуженное признание у системных интеграторов благодаря гибкости построения узлов сети и максимальному удобству монтажа.

Компактный промышленный компьютер сочетает в себе два основных достоинства, присущих промышленным контроллерам и персональным компьютерам. Во-первых, это мощь персонального компьютера, широкий набор интерфейсов (USB и RS-232), возможность подключения накопителя на карте CompactFlash, встроенная видеокарта с выходом DVI, позволяющая подключить LCD-монитор. Во-вторых, это свойственная промышленным контроллерам простота программирования благодаря применению компилятора WAGO I/O PRO CAA — универсального средства программирования, поддерживающего 5 языков стандарта IEC 61131-3.

Компьютер, как и модули, устанавливается на несущую DIN-рейку. ●



Компания Pepperl+Fuchs приобрела фирму Extec Oesterle

Известный производитель взрывозащищенного электрооборудования фирма Pepperl+Fuchs расширила номенклатуру пред-



лагаемого оборудования за счёт приобретения фирмы Extec Oesterle GmbH (Германия), которая является разработчиком и изготовителем систем отображения информации и терминальных систем с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» для установки в зонах класса 1, 2 и 22.

Номенклатура взрывозащищенного электрооборудования включает в себя операторские панели с текстовым и графическим представлением информации, промышленные IBM PC совместимые компьютеры с размерами LCD и TFT дисплеев 10,4" и 12,1", а также рабочие станции с диагоналями экранов 15", 18,1" и 21,4", считыватели штрих-кодов.

Операторские панели способны обмениваться информацией с оборудованием Siemens, установленным во взрывобезопасной зоне, по интерфейсам PROFIBUS-DP, MPI, 3964R/RK512, AS511, а также с оборудованием Allen-Bradley через интерфейс DF1 и другими ПЛК через интерфейс ModBus/RTU. Взрывозащищенные IBM PC совместимые компьютеры оснащены центральными процессорами производительностью 400 и 733 МГц, ёмкость ОЗУ составляет 256 Мбайт, а ёмкость жёсткого диска 20 Гбайт. Маркировка взрывозащиты Ex qe [ib] IС Т4.

Компьютеры имеют интерфейсы RS-485/TTY, Ethernet 10/100Base-TX, клавиатуру/мышь, USB, вход для подключения считывателя штрих-кодов.

Мобильные считыватели штрих-кодов поставляются для подключения через кабель и радиоканал.

Оборудование Extec с успехом применяется в химической, нефтегазовой, фармацевтической и пищевой промышленности. ●

Новости ISA

В феврале 2005 года прошли выборы вице-президента секретаря ISA по округу 12 (Европа-Ближний Восток-Африка). В результате тайного альтернативного голосования впервые за 65-летнюю историю ISA на столь высокий и ответственный пост избран представитель Российской Федерации. Им стал 54-летний сотрудник Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения (ГУАП) Александр Владимирович Бобович. В должность вице-президента ISA он вступит 1 января 2007 года и пробудет на этом посту до 31 декабря 2008 года. На общем собрании ISA в Портленде принято реше-

ние удостоить А. В. Бобовича высшей награды ISA — звания ISA Fellow.

В марте 2005 года прошли выборы президента Российской секции ISA на 2006 год. На этот пост избран первый проректор ГУАП, заслуженный деятель науки РФ, профессор, д.т.н. Хименко Виталий Иванович.

В апреле этого года делегация Российской секции ISA посетила ЮАР. В ходе визита были проведены встречи со специалистами крупнейшего в ЮАР университета Witwatersrand и Института измерений и систем управления ЮАР (SAIMC). Намечены планы сотрудничества.

Делегация Российской секции ISA в составе 5 человек приняла участие в заседании Европейского совета ISA в городе Корк, Ирландия, 19-22 мая 2005 года.

Жюри Первого Европейского конкурса студенческих научных работ ISA (ESPC-2005) подвело итоги. В конкурсе приняли участие студенты университетов Европы и Северной Америки. Приятно отметить, что среди победителей есть и россияне. Это 6 студентов и аспирантов ГУАП: Михаил Рочев (золотая медаль), Виталий Хименко (золотая медаль), Дмитрий Астапкович (серебряная медаль), Денис Щепетов (серебряная медаль), Дмитрий Бодня (бронзовая медаль), Оксана Мухина (бронзовая медаль). Торжественное вручение наград — в июне 2005 года во время проведения международного семинара ЮНЕСКО «Образование для всех» в Санкт-Петербурге. Награды вручил вице-президент ISA Нельсон Нинин (Бразилия). Победители конкурса приглашены оргкомитетом международного семинара «Образование для всех» к участию в работе одной из секций, где студенты-победители конкурса представят на английском языке свои доклады.

Делегации студенческой секции ГУАП и Российской секции ISA готовятся к участию в Первом Российско-Американском студенческом семинаре ISA, который пройдет с 15 по 23 июля в университете штата Индиана, США. Студенты и профессора выступят с докладами, планируется проведение видеоконференции. Ответный визит состоится в 2006 году. Коллеги из Америки будут встречать на берегах Невы. ●

Работа со SCADA-системой GENESIS32

Анна Долгова

Часть 3

Вопрос

Можно ли настроить автоматический перезапуск сервера GenBroker?

Ответ

Можно. Для этого следует воспользоваться возможностями автоматического перезапуска служб в операционных системах Windows 2000/XP. Соответственно, необходимо, чтобы сервер GenBroker был запущен как служба. Сделать это можно с помощью менеджера приложений GenTray, как показано на рис. 1, или вручную с помощью команды

“C:\Program Files\ICONICS\GENESIS-32\Bin\GenBroker.exe” /service (установив путь, соответствующий расположению исполняемого модуля сервера GenBroker).

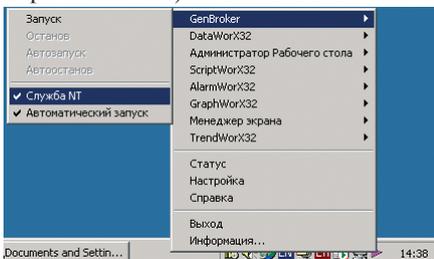


Рис. 1. Запуск GenBroker с помощью менеджера приложений GenTray

После этого необходимо открыть свойства службы GenBroker (Панель управления – Администрирование – Службы – ICONICS GenBroker, как показано на рис. 2), выбрать закладку «Восстановление» (Recovery) и установить «Перезапуск

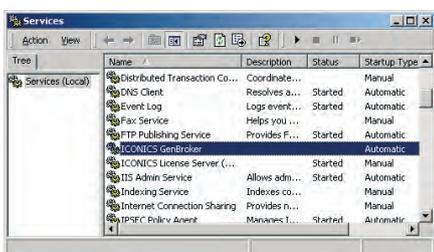


Рис. 2. Служба GenBroker

службы» (Restart the Service) через определенные интервалы времени или в случае сбоя, как показано на рис. 3.

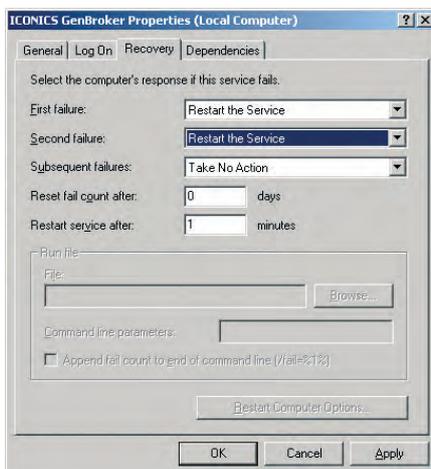


Рис. 3. Настройка свойств службы GenBroker

Вопрос

Как можно вывести в текстовой строке название пункта меню, выбранного пользователем?

Ответ

Это можно сделать с помощью несложных сценариев VBA. Настроив действие динамического объекта «Указание и щелчок», которое будет выполняться при выборе пункта меню, следует указать не операцию (например, открытие всплывающего окна), а «Выполнение сценария VBA», которое будет содержать как собственно операцию, так и посылку в локальную переменную GgraphWorX32 значения, указывающего на определенный пункт меню. Для создания примера, решающего эту задачу, необходимо выполнить следующую последовательность действий:

1. Создать в экранной форме всплывающее меню, имеющее структуру, показанную на рис. 4. Выбор пунктов «Объект 1...Объект 6» должен открывать всплывающие окна объектов, и название выбранного пункта должно отображаться в текстовой строке (рис. 5).

2. Добавить в экранную форму динамические элементы «Параметр», связанные с локальными переменными ~Uch~ и ~Obj~, в которые будут записываться значения, соответствующие выбору пункта на каждом из уровней меню («Участок» и «Объект»).
3. Для каждого из пунктов меню (динамический объект «Указание и щелчок»)

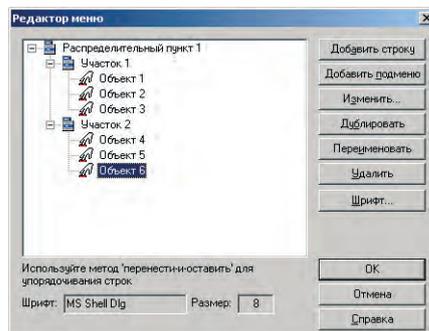


Рис. 4. Структура всплывающего меню

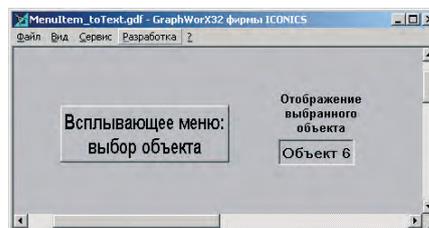


Рис. 5. Отображение названия выбранного объекта

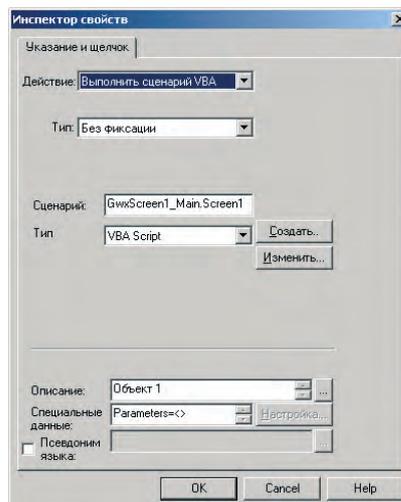


Рис. 6. Инспектор свойств пунктов меню

следует настроить инспектор свойств, как показано на рис. 6. Текст сценариев, исполняемых при выборе пунктов меню, приведён в листинге 1 (для каждого пункта необходимо настроить корректное имя файла, который будет выводиться во всплывающем окне, и соответствующее ему значение локальных переменных **Uch** и **Obj**).

4. Настроить ещё один сценарий, запуск которого будет производиться при возникновении события **PickPostUp** (рис. 7), происходящего в момент, когда пользователь отпустил клавишу мыши после щелчка на графическом объекте **GraphWorX32**, имеющем динамическое действие «**Указание и щелчок**». При этом в зависимости от значения локальной переменной, идентифицирующей пункт меню, назва-



Рис. 7. Выбор события **PickPostUp**

ние пункта меню будет записано в текстовую строку. Текст сценария приведён в листинге 2.

Вопрос

Опишите настройку открытия экрана при получении тревоги.

Ответ

1. Откройте Конфигуратор Сервера тревог **ICONICS** (Пуск – Программы – **ICONICS GENESIS32 – AlarmWorX32 – Alarm Server Configurator**) и введите в поле **Основной экран** (закладка **Общие параметры**)

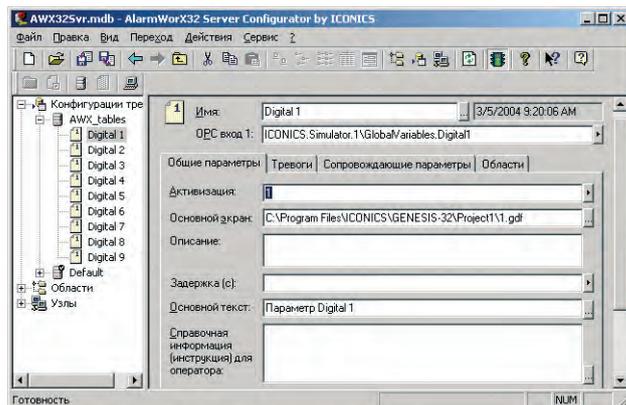


Рис. 8. Настройка общих параметров тревоги

полный путь к файлу экранной формы, который должен открываться при получении тревоги, как показано на рис. 8.

2. Откройте свойства **ActiveX**-компонента **AWXViewer**, перейдите на закладку **Подписка**. Настройте подписку на сообщения сервера **ICONICS Alarm Server**, как показано на рис. 9, нажмите кнопку **Изменить** и перейдите на закладку **Атрибуты**.

Листинг 1

```
Sub Screen1(0 As GwxPick)
Dim Uch, Obj As GwxPoint 'объект «Параметр»
' соединение с локальными переменными, определяющими выбранный пункт меню:
Set = ThisDisplay.GetPointObjectFromName("~~Uch~~")
Set Obj = ThisDisplay.GetPointObjectFromName("~~Obj~~")
Uch.Value = 0 'присвоение переменным значений,
Obj.Value = 0 'соответствующих пункту меню
' открытие всплывающего окна, соответствующего объекту
CallThisDisplay.OpenPopupWindow ("object1.gdf", False, False, False)
End Sub
```

Листинг 2

```
Private Sub GwxDisplay_PickPostUp(ByVal Pick As Object)
'объекты «Указание и щелчок»
Dim menu, rp, uchastok, object As GwxPick
Dim ts As GwxText ' объект «Текст»

Dim Uch, Obj As GwxPoint
Set Uch = ThisDisplay.GetPointObjectFromName("~~Uch~~")
Set Obj = ThisDisplay.GetPointObjectFromName("~~Obj~~")

' связь объектов «Указание и щелчок» с пунктами меню
Set menu = ThisDisplay.GetDynamicObjectFromName("Menu")
Set rp = menu.GetSubDynamicObjectFromIndex(0)
Set uchastok = rp.GetSubDynamicObjectFromIndex(Uch.Value)
Set object = uchastok.GetSubDynamicObjectFromIndex(Obj.Value)

' связь объекта «Текст» с текстовой строкой
Set ts = ThisDisplay.GetVisibleObjectFromName("Text_string")

'Запись названия пункта меню в текстовую строку
ts.text = object.UserDescription

End Sub
```

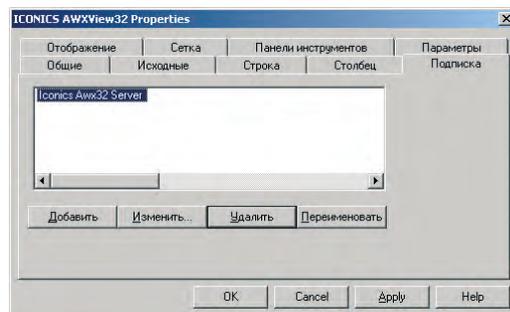


Рис. 9. Подписка на Сервер аварийных событий **Iconics**

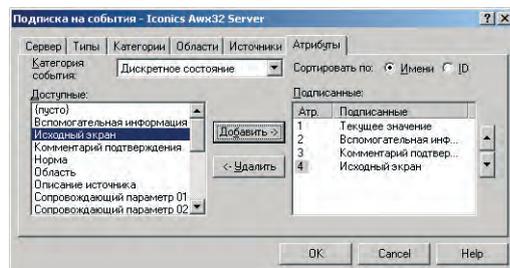


Рис. 10. Подписка на атрибут **Исходный экран**

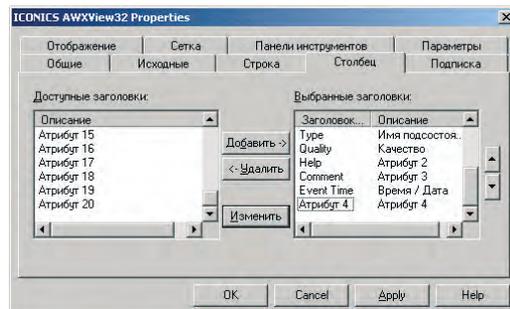


Рис. 11. Добавление столбца с атрибутом **Исходный экран**

3. Для того типа событий, к которому принадлежит эта тревога (выход за предел, дискретное состояние, отклонение и т.д.), добавьте атрибут **Исходный экран**, как показано на рис. 10.

4. Запомните номер атрибута, который будет ему присвоен, и закройте окно редактирования подписки.

5. Перейдите на закладку **Столбец** и добавьте столбец, в котором будет находиться соответствующий атрибут, как показано на рис. 11.

6. При получении тревоги щёлкните на строчке тревоги правой клавишей, выберите из выпадающего списка пункт **Экран** и загрузите экранную форму.

Вопрос

В экранной форме GWX32 есть динамический элемент, устанавливающий соединение с OPC-тегом на удалённой машине. При переводе экранной формы в режим исполнения значение тега отображается звездочками и выводится подсказка: «Неизвестный статус». Но при просмотре этого же тега с помощью утилиты DataSpy видим корректное значение с хорошим качеством. Почему?

Ответ

Происходит это потому, что на Вашем компьютере установлен режим использования соединений GenBroker (GenBroker Configurator – «Закладка Клиент»), как показано на рис. 12, а на удалённом компьютере серверный модуль **GenBroker**, который необходим для организации соединения с OPC-тегами через интерфейс GenBroker, не запущен. С помощью

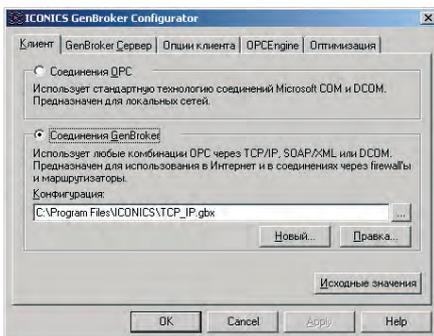


Рис. 12. Настройка соединений GenBroker

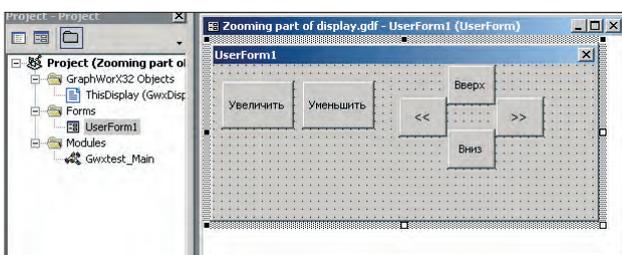


Рис. 15. Создание пользовательской формы

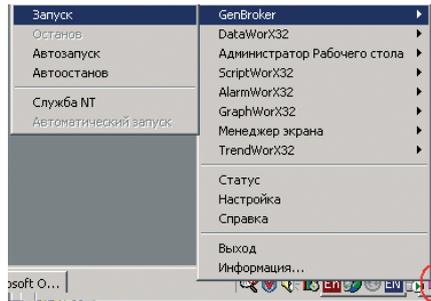


Рис. 13. Запуск серверного модуля GenBroker

DataSpy Вы соединяетесь с удалённым тегом по интерфейсу DCOM, и в этом случае отсутствие работающего сервера **GenBroker** не мешает установлению соединения с удалённым узлом. Соответственно, решений в этом случае два:

1. Отказаться от использования интерфейса GenBroker, выбрав в настройках GenBroker Configurator (рис. 12) флажок «Соединения OPC».
2. Запустить на удалённом узле сервер **GenBroker** как приложение или как службу NT, сделав это вручную с помощью команды “C:\Program Files\ICONICS\GENESIS-32\Bin\GenBroker.exe” или с помощью менеджера приложений **GenTray**, как показано на рис. 13.

Листинг 3

```
Sub inputValue(o As GwxPick)
    Dim tempval As Double ' переменная для временного хранения введенного значения
    Dim OPCtag As GwxPoint ' объект «Параметр»

    Set OPCtag =
    ThisDisplay.GetPointObjectFromName("ICONICS.Simulator.1\GlobalVariables.Analog1")

    ' окно ввода значения
    tempval = InputBox("Введите значение параметра", "Ввод значения")

    'Проверка введенного значения на соответствие условию
    If tempval >= 100 Then
        MsgBox "Значение не должно превышать 100"
        tempval = InputBox("Введите значение параметра", "Ввод значения", tempval)
    Else
        OPCtag.Value = tempval
    End If
End Sub
```

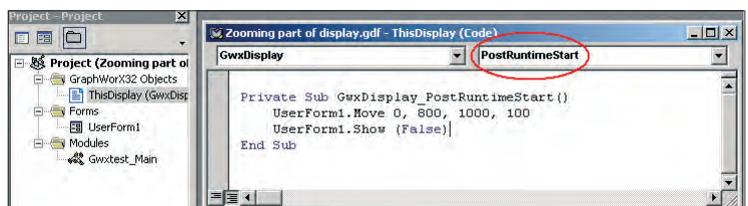


Рис. 16. Запуск пользовательской формы по событию

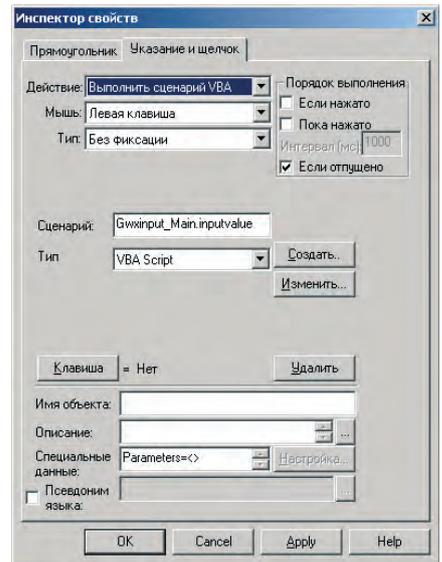


Рис. 14. Инспектор свойств кнопки ввода значения

Вопрос

Как можно организовать ввод значения с помощью кнопки с проверкой на соответствие заданному условию?

Ответ

Сделать это можно с помощью сценария VBA, который будет запускаться при нажатии кнопки и выполнять анализ значения, введённого пользователем.

Листинг 4

```
Private Sub CommandButton1_Click()
    ThisDisplay.ViewZoomPercent (2)
End Sub

Private Sub CommandButton2_Click()
    ThisDisplay.ViewZoomPercent (0.5)
End Sub

Private Sub CommandButton3_Click()
    ThisDisplay.ViewPan 100, 0
End Sub

Private Sub CommandButton4_Click()
    ThisDisplay.ViewPan -100, 0
End Sub

Private Sub CommandButton5_Click()
    ThisDisplay.ViewPan 0, -100
End Sub

Private Sub CommandButton6_Click()
    ThisDisplay.ViewPan 0, 100
End Sub
```

Пример. Предположим, в тег OPC-сервера `ICONICS.Simulator.1\GlobalVariables.Analog1` необходимо ввести значение, не превышающее 100. Для этого надо выполнить последовательность действий:

1. Создать в экранной форме элемент отображения значения `ICONICS.Simulator.1\GlobalVariables.Analog1`.
2. Создать в экранной форме кнопку для ввода значения, запускающую сценарий VBA, со свойствами, показанными на рис. 14.
3. Ввести текст сценария VBA (листинг 3).

При нажатии на кнопку будет открыто диалоговое окно, запрашивающее ввод значения. При его соответствии

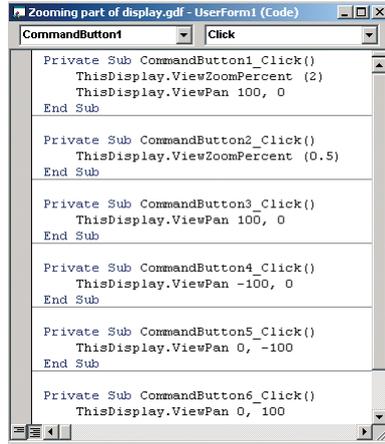


Рис. 17. Программы для кнопку управления в пользовательской форме

условию значение будет записано в OPC-тег, при несоответствии будет выведено сообщение об ошибке и повторно открыто окно ввода.

Вопрос

Имеется экранная форма с большим количеством элементов. Необходимо организовать управление масштабированием и прокруткой с помощью кнопок в экранной форме, но так, чтобы сами кнопки изменения масштаба и отображаемой области были постоянно видимы и не изменяли размер.

Ответ

- Для этого есть 2 способа:
- 1) расположить кнопки управления масштабом в пользовательской форме VBA;
 - 2) расположить кнопки управления масштабом во всплывающем окне.

Пример 1. Пользовательская форма.

1. Открыть редактор VBA (Alt + F11) и создать в нем пользовательскую форму, содержащую кнопки управления масштабом, как показано на рис. 15.

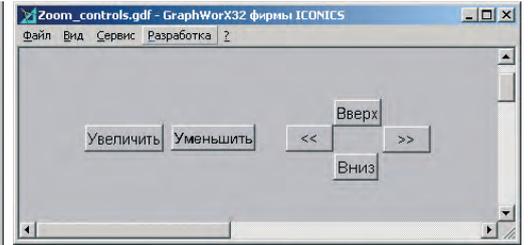


Рис. 18. Вспомогательная экранная форма

2. Настроить запуск пользовательской формы (в данном примере форма будет выведена на экран при возникновении события `PostRuntimeStart`, которое происходит при переводе экранной формы в режим исполнения, рис. 16).

3. Ввести текст программы (листинг 4) для каждой из кнопок управления (содержит команду масштабирования или прокрутки, рис. 17).

При нажатии кнопок управления масштабом будет изменяться видимая область основной экранной формы, но панель управления будет отображаться без изменения размера.

Пример 2. Всплывающее окно.

1. Создать экранную форму, содержащую кнопки управления масштабом, которая будет открываться из основного экрана (рис. 18).
2. Настроить действие «Выполнить сценарий VBA» для каждой из кнопок управления и ввести текст сценария (листинг 5), содержащий ссылку на основную экранную форму и команду управления её масштабированием (рис. 19).
3. В основной экранной форме определить условие открытия всплывающего окна (в данном примере всплывающее окно будет выведено на эк-

Листинг 5

```
Sub zin(o As GwXPick)
    Dim parentDisplay As Object
    ' ссылка на объект «родительской» экранной формы,
    ' из которой была открыта текущая форма
    Set parentDisplay = ThisDisplay.GetParentDisplay
    ' Установка масштаба «родительской» экранной формы
    parentDisplay.ViewZoomPercent (2)
End Sub
```

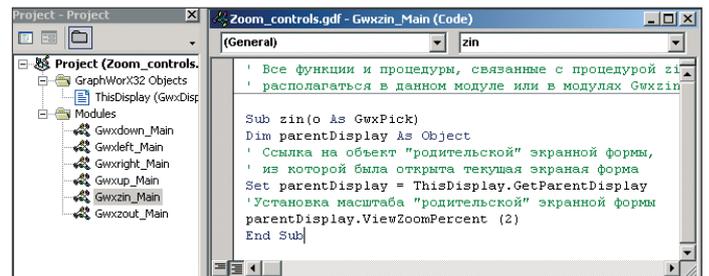


Рис. 19. Сценарий VBA для одной из кнопок, управляющей масштабом основной экранной формы

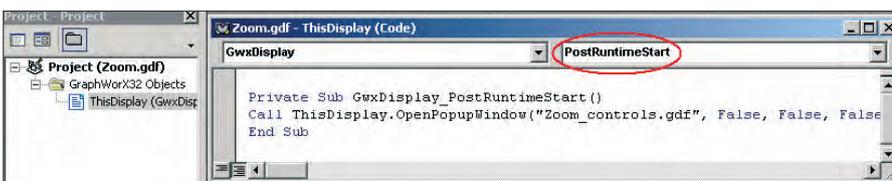


Рис. 20. Открытие всплывающего окна по событию

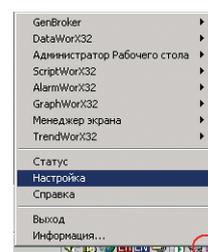


Рис. 21. GenTray: пункт Настройка

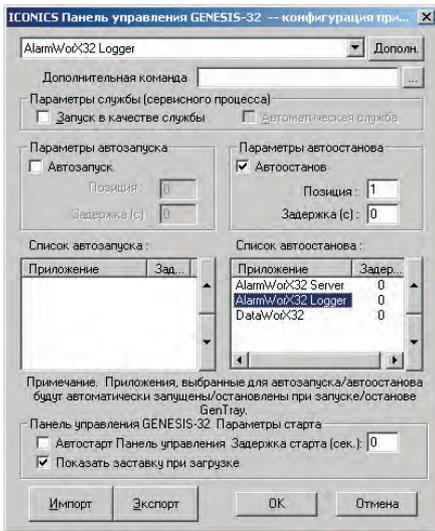


Рис. 22. Настройка последовательности запуска/останова приложений

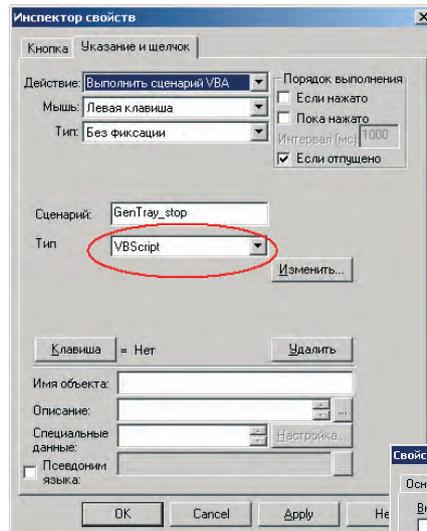


Рис. 23. Инспектор свойств кнопки, управляющей остановкой приложений

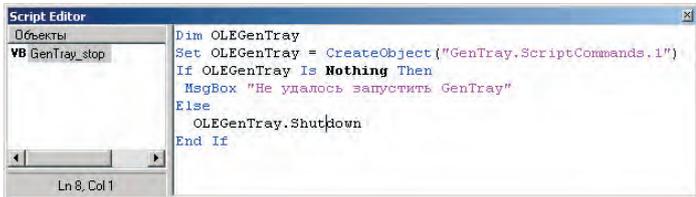


Рис. 24. Редактирование сценария VBScript

ран, как и в предыдущем примере, при возникновении события **PostRuntimeStart**, рис. 20).

При нажатии кнопок управления масштабом будет изменяться видимая область основной экранной формы, но всплывающее окно с кнопками управления будет отображаться без изменения размера.

Вопрос

Необходимо с помощью кнопки в экранной форме GraphWorX32 выполнять останов нескольких приложений проекта в определенном порядке. Как это сделать?

Ответ

Во-первых, с помощью Менеджера приложений GenTray следует настроить порядок остановки приложений. Для этого следует запустить GenTray (Пуск — Программы — ICONICS GENESIS32 — Tools — GenTray), при этом на панели задач в правом нижнем

углу экрана появится значок GenTray. Щёлкнув на нём, открыть список управления приложениями и выбрать пункт «Настройка», как показано на рис. 21. Установить требуемый список автоматического останова приложений, задав порядок и время задержки между остановкой модулей, как показано на рис. 22.

Во-вторых, для кнопки в экранной форме, которая будет управлять остановкой приложений, следует установить действие «Выполнить сценарий VBA», выбрать тип сценария VBScript, как показано на рис. 23, и ввести текст сценария (листинг 6), управляющего остановкой приложений, указанных в списке автоостанова GenTray (окно редактирования сценария VBScript показано на рис. 24).

Вопрос

Существует ли возможность открывать и закрывать Internet Explorer из сценария VBA?

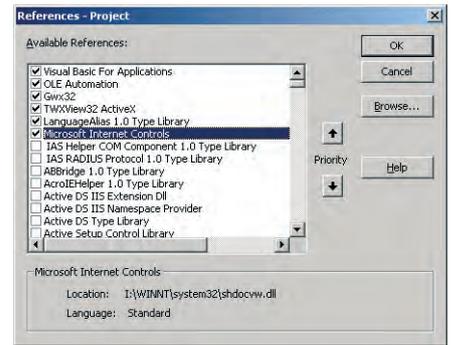


Рис. 25. Включение компонента Microsoft Internet Controls

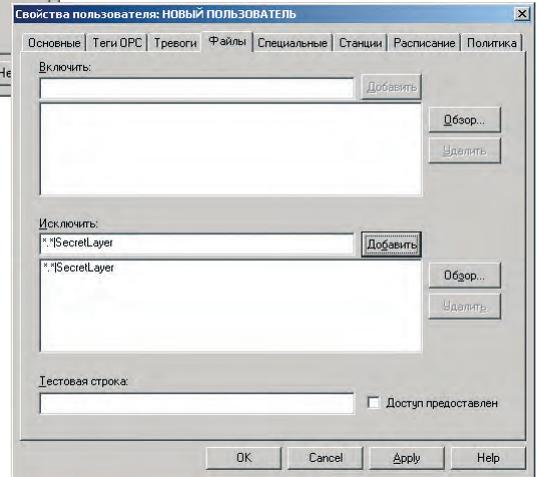


Рис. 26. Настройка прав пользователя: ограничение доступа к слою

Ответ

Да, такая возможность существует. Сценарий VBA в листинге 7 показывает, как это сделать.

Не забудьте включить использование компонента **Microsoft Internet Controls**, как показано на рис. 25 (Редактор VBA, пункт меню Tools\References).

Вопрос

Можно ли в экранной форме создать элементы контроля и управления, доступные только определенным пользователям?

Ответ

Да, можно. Делается это следующим образом.

1. Создать в экранной форме дополнительный слой (назвав его, например,

Листинг 6

```

Dim OLEGenTray
Set OLEGenTray = CreateObject("GenTray.ScriptCommands.1")
If OLEGenTray Is Nothing Then
    MsgBox "Не удалось запустить GenTray"
Else
    OLEGenTray.Shutdown
End If
    
```

Листинг 7

```

Sub OpenCloseIE (o as Gwpxick)
Dim myie as Object
Set myie = CreateObject("Internetexplorer.application")
myie.Navigate ("http://www.my_ent.ru/WebHMI/Project1/")
myie.visible= true
msgbox "Нажмите OK для закрытия Internet Explorer", vbokonly
myie.Quit
End Sub
    
```

SecretLayer и разместить в нём все элементы, доступ к которым необходимо ограничить.

2. Открыть конфигуратор системы безопасности ICONICS (Пуск – Программы – ICONICS GENESIS32 – Tools – Security Configurator), затем открыть настройки прав пользователей и групп, которым нужно запретить доступ к элементам контроля и управления.
3. Открыть закладку «Файлы», как показано на рис. 26, и в списке «Исключить» ввести строку *.*|SecretLayer, запрещающую пользователю доступ к слою SecretLayer во всех файлах (при необходимости можно указать точное имя файла, содержащего «секретный» слой).

Для тех пользователей, которым доступ запрещён, слой будет невидимым.

Вопрос

Необходимо сделать так, чтобы при щелчке мышью в пустой (по внешнему виду) области экрана выполнялось некоторое действие (открытие всплывающего окна). Как сделать в экранной форме невидимую, но работающую кнопку? При назначении кнопке дополнительной динамики «Скрыть/блокировать» она становится недоступной для нажатия.

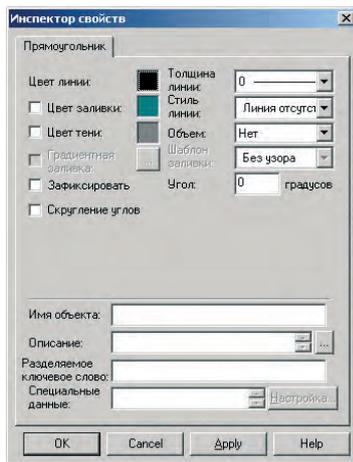


Рис. 27. Установка стиля линии

Ответ

Создать в экранной форме графический элемент (например, «Прямоугольник»), отключить для него заливку и установить стиль линии «Линия отсутствует», как показано на рис. 27

Привязать к этому элементу динамику «Указание и щелчок» с необходимым действием.

В свойствах экранной формы (Меню Формат — Свойства экранной формы) установить требуемые настройки для

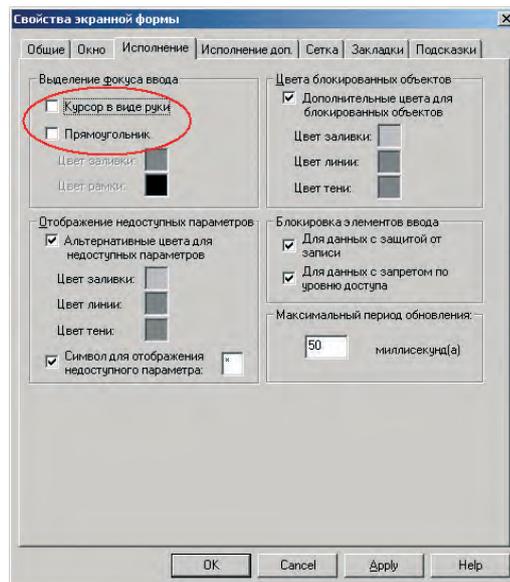


Рис. 28. Настройка фокуса ввода

выделения фокуса ввода, отключив при необходимости «Курсор в виде руки» и «Прямоугольник», как показано на рис. 28. ●

**Автор – сотрудник
фирмы ПРОСОФТ
Телефон: (095) 234-0636
E-mail: info@prosoft.ru**

СБОРКА ПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПЬЮТЕРОВ НА ЗАКАЗ

Закажите. Мы построим!

- Комплексная проверка работоспособности
- Термотренировка: один цикл 8 часов при 40°C
- Гарантия 2 года
- Лаборатория по сборке сертифицирована компанией Advantech



Закажите БЕСПЛАТНЫЙ каталог Advantech «Промышленные компьютеры, серверы и мониторы» по факсу: (095) 234-0640 или на сайте: www.prosoft.ru



#440

PROSOFT®

МОСКВА
С.-ПЕТЕРБУРГ
ЕКАТЕРИНБУРГ

Телефон: (095) 234-0636 • Факс: (095) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Телефон: (812) 325-3790 • Факс: (812) 325-3791 • E-mail: root@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru
Телефон/факс: (343) 376-2820/2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru

Леонора Турок

Здесь стоит побывать

Одиннадцать выставок под одной крышей

В апреле этого года для специалистов, занятых в сфере технологий, инноваций и автоматизации, вновь открыла двери ГАННОВЕРСКАЯ ЯРМАРКА (Hannover Messe), объединяющая 11 крупнейших международных специализированных выставок, каждая из которых является ведущей в своей отрасли. Они проводятся под лозунгом «One place to be» («Здесь надо быть»). Что же это за выставка?



ГАННОВЕРСКАЯ ЯРМАРКА объединяет 11 специализированных выставок

- **INTERKAMA+** — выставка в области автоматизации непрерывных технологических процессов в промышленности. Инженеры и эксперты, приехавшие из разных стран мира, имели возможность познакомиться с интегрированными решениями для управления производством и оптимизации процессов, контрольно-измерительной и регулировочной техникой, оборудованием для обеспечения и контроля качества, промышленными и персональными компьютерами, коммуникационными приборами и системами, системами мониторинга и безопасности, микросистемами, инжинирингом, техобслуживанием и сервисом.
- **Factory Automation** — выставка промышленной автоматизации. Здесь представлены системы и средства управления, электротехника, техника автоматического регулирования, промышленные компью-



INTERKAMA+ — важная международная выставка по промышленной автоматизации



Автоматизация — это путь к повышению эффективности производства

теры, монтажно-сборочная техника, устройства подачи и перемещения, оборудование для межоперационной транспортировки, роботы. Перечень отраслей, представленных на выставках INTERKAMA+ и Factory Automation, очень широк, и чтобы не перечислять их, важно заметить, что новинками года стали автоматизация промышленных зданий и беспроводная автоматизация.

- **Motion, Drive & Automation** — выставка приводной техники — проводится раз в два года. В павильонах и на открытых площадках можно познакомиться с новинками приводных и гидравлических технологий, разработками в сфере робототехники. Специальный показ Condition-Monitoring Systems позволил продемонстрировать возможности распознавания неполадок и определения степени износа оборудования до того, как это приведет к возникновению аварийной ситуации.
- **Digital Factory** — выставка информационных технологий и IT-решений для промышленности — впервые прошла в 2004 году. На «Рыночной площади», оборудованной в центре 16-го павильона, специалисты и посетители имели возможность обсудить тематику конструирования, планирования, производства, сервиса и консалтинга в сфере информационных технологий.
- **MicroTechnology** — выставка прикладной микросистемной техники и нанотехнологий для всех сфер промышленности, включая медицинскую и лазерную технику, оптику и энергетику.
- **Research & Technology** — выставка научных исследований и обмена технологиями. В центре этой выставки размещается экспозиция tech transfer — Gateway2Innovation, где можно получить консультации по созданию предприятия, получению патентов и лицензий, финансированию.
- **Energy** — выставка энерготехники и энергохозяйства — посвящена энергообеспечению промышленных предприятий, эффективности энергоснабжения и энер-



650 участников выставки Enegy представили мир энергетики в павильонах 11-13

госбережению. Здесь представлены способы использования энергии солнца, ветра, воды и биомасс, а также спектр услуг в области энергетического хозяйства. В рамках выставки Enegy прошел международный финансовый форум, главными темами которого стали финансирование проектов, венчурный капитал и финансирование из частных источников применительно к новым членам ЕС и ведущим рынкам экспорта.

- **ComVac** — выставка воздушно-компрессорной и вакуумной техники. Центром притяжения для специалистов стал ComVac Application Center, где можно было познакомиться с новыми сферами применения компрессорных и вакуумных технологий в различных отраслях промышленности.
- **SurfaceTechnology** — выставка по промышленной обработке поверхностей, здесь наряду с традиционными покраской и напылением представлены новые технологии обработки поверхностей и применяющиеся материалы.
- **Subcontracting** — выставка комплектующих и материалов для автомобильной промышленности, станкостроения, машиностроения. На «Улице материалов» представлены новые комбинации материалов, в специальном разделе экспонировались достижения литейного производства.
- **Industrial Services & Equipment** — выставка по производственному оснащению и услугам — впервые состоялась в этом году. Здесь можно познакомиться со спектром услуг, которые оказывает промышленным предприятиям отрасль Facility Management (организация производства с технической точки зрения: выбор помещения и оборудования, поддержка его эффективного и безопасного функционирования, организация ремонтных работ и т. д.).

Россия — СТРАНА-ПАРТНЁР ГАННОВЕРСКОЙ ЯРМАРКИ

Председатель правления фирмы-организатора ГАННОВЕРСКОЙ ЯРМАРКИ Deutsche



Россия представила свою экспозицию в павильоне 13 как страна-партнер ГАННОВЕРСКОЙ ЯРМАРКИ

Messe AG г-н Sepp D. Heckmann считает, что в этом году ярмарка получила новое измерение, поскольку со статусом страны-партнёра в ней участвовала Россия. Важно, что особый статус участию России был придан в год, когда празднуется 60-летие победы в Великой Отечественной войне. В тринадцатом павильоне была организована крупнейшая национальная экспозиция российских предприятий и организаций, объединившая 150 участников на площади 6600 квадратных метров.

Особый статус ГАННОВЕРСКОЙ ЯРМАРКЕ и участию в ней Российской Федерации в качестве страны-партнера придало то, что ярмарку открывали Канцлер Федеративной Республики Германия Г. Шрёдер и Президент Российской Федерации В. Путин. Церемония открытия состоялась в Конгресс-центре Ганновера вечером накануне первого дня работы ярмарки. Утром 11 апреля Президент РФ и Канцлер ФРГ посетили ярмарку и открыли Германо-Российский день



Президент Российской Федерации В. Путин и Канцлер Федеративной Республики Германия Г. Шрёдер на церемонии открытия ГАННОВЕРСКОЙ ЯРМАРКИ 2005

экономики. В. Путин заявил, что он «исключительно рад» возможности продемонстрировать экономическую и научную мощь своей страны на ГАННОВЕРСКОЙ ЯРМАРКЕ, «в центре деловой жизни всего мира». На состоявшейся после осмотра экспозиции пресс-конференции были подписаны важнейшие межгосударственные соглашения, в том числе о сотрудничестве в сфере добычи, транспортировки и сбыта природного газа, о создании СП в области железнодорожных пассажирских перевозок, о закупке у «Сименс» 60 скоростных поездов с последующим переносом их производства из Германии в Россию. Президент Путин и Канцлер Шрёдер подписали совместное заявление о стратегическом партнерстве между Федеративной Республикой Германия и Российской Федерацией в области образования, научных исследований и инноваций, ориентированное «на извлечение практической отдачи от научно-технических обменов для экономического развития и продвижения инноваций, обеспечения роста производства и занятости, создания рабочих мест, увеличения товарооборота и диверсификации его структуры с упором на развитие связей в перспективных и высокотехнологических отраслях». После подписания соглашений Президент РФ В. Путин сказал: «Достигнутые договорённости показывают, насколько важно сотрудничество как для Германии, так и для России».

Организатором объединённой российской экспозиции на ГАННОВЕРСКОЙ ЯРМАРКЕ выступил Внешавиакосмос, одержав победу в конкурсе, проведённом Министерством экономического развития и торговли. Концепция организации российской экспозиции предусматривает участие предприятий и организаций из различных регионов России как на отдельных, так и на групповых стендах. Это первое столь масштабное представление Российской Федерации за рубежом. На пресс-конференции, организованной Deutsche Messe AG, президент



Канцлер Федеративной Республики Германия Г. Шрёдер и Президент Российской Федерации В. Путин осматривают ГАННОВЕРСКУЮ ЯРМАРКУ 2005



Подписание соглашения о сотрудничестве между ОАО «Российские железные дороги» и DB AG (Немецкие железные дороги)



Стенд группы компаний «Пермские моторы»

Внешавиакосмоса А. Лавров заявил, что Россия известна в мире прежде всего как сырьевая страна, где основные инвестиции идут в нефтегазовую отрасль, поэтому организаторам экспозиции РФ хотелось показать Россию как страну новых технологий. Объединённая экспозиция расположилась в павильоне энергетики, который традиционно привлекает внимание гостей и специалистов. Всегда многолюдно было на стендах Газпрома, РАО «ЕЭС», Сургутнефтегаза, ВСМПО-АВИСМА, «Северсталь-Групп», Российских железных дорог. Автомобилестроение представляли российские КАМАЗы (шестикратные победители ралли «Дакар»), авиацию — компания «Сухой», НПО «Сатурн», инвестиционные проекты — Сбербанк и Внешторгбанк. Посетители смогли увидеть робототехнику и лазеры, новинки производителей силовых машин и металлургов, оборонной промышленности. Правительство России уделяет большое внимание поддержке предприятий малого и среднего бизнеса и помогает им показать свои достижения на таких масштабных выставках, как ГАННОВЕРСКАЯ ЯРМАРКА. Основные регионы России, представленные на ярмарке, — это Москва и Санкт-Петербург, Свердловская, Вологодская, Пермская и Томская области, Краснодарский край, Башкирия, Ханты-Мансийский автономный округ.

В рамках российской экспозиции при поддержке Восточного комитета немецкой экономики и отраслевых союзов ZVEI, VDMA, BDLI и DENA проходил Российский промышленный форум, в работе которого



Посетителей на стенды привлекали по-разному

приняли участие более тысячи слушателей, а также Германо-Российский экономический форум — встреча политиков и экономистов на высшем уровне, посвящённая перспективам двустороннего сотрудничества в области торговли. Были представлены инвестиционные проекты немецких концернов, модели финансирования, российские ресурсы экономического развития. Участниками форума стали представители высших кругов российской и немецкой экономики и банков.

Российские предприятия и организации были представлены на ГАННОВЕРСКОЙ ЯРМАРКЕ не только в рамках объединённой экспозиции РФ в тринадцатом павильоне. Всего на ярмарке было 166 участников из России, и стенды тех, кто не вошел в общероссийский павильон, располагались в других павильонах ярмарки, это были, например, стенды Уральского компрессорного завода, компании Fastwel, Вологодского шарикоподшипникового завода и других. Я заметила, что профессиональный уровень стендистов из России, культура общения, интерес к сотрудничеству повысились по сравнению с первыми международными выставками с нашим участием. Российской делегацией была подготовлена также разнообразная культурная программа, включающая исполнение классической, джазовой и фольклорной музыки (не обошлось без балалайки и баяна). Надо заметить, что крупные фирмы-экспоненты старались использовать разные средства для привлечения посетителей: раздавали лимонад или зонтики, проводили конкурсы с награждением победителей, организовывали выступления танцоров, жонглеров, кто-то из экспонентов сделал велосипед-тандем, но велосипедисты сидели не друг за другом, а парой, рядом, так что тандем получился широкий и еле вписывался в проход. В девятом павильоне, где находился стенд «СТА», негромко тренькало механическое пианино, и всем очень нравилось его фотографировать. В отчете о ярмарке сказано, что 96% посетителей — это специалисты, значит, развлечения призваны привлечь внимание оставшихся 4%.



Экспозиция Automation Live в павильоне 17 продемонстрировала инновации в автомобильном производстве

В2FAIR: НОВЫЕ КОНТАКТЫ

Во время работы ГАННОВЕРСКОЙ ЯРМАРКИ прошло множество мероприятий: форумы, семинары, презентации, конференции, пресс-конференции. Каждый день при входе на ярмарку можно было получить довольно толстую брошюру с расписанием мероприятий. Главным из них, пожалуй, можно считать Global Business Forum, который предоставляет возможности для ежедневного общения представителей международного бизнеса. В рамках форума прошли дни национальной экономики Global Business Days, посвящённые наиболее динамично развивающимся рынкам мира — России, Китаю, Восточной и Центральной Европе, а также Турции. Эти события, в которых приняли участие представительные делегации политических и промышленных кругов, широко освещались в прессе. Форум объединяет различные выставочные события, такие как цикл докладов и биржа кооперации Matchmaking service, организованная в сотрудничестве с проектом b2fair Европейской комиссии. Здесь предприятия, организации, ассоциации представляют продукцию, ноу-хау и услуги. Эксперты выступают по таким актуальным темам, как производство, логистика, создание запасов, коммуникации и международный менеджмент.

Служба Matchmaking service помогает установить новые контакты на целевых рынках. Как она работает?

В этом году редакция журнала «СТА» уже в четвёртый раз была участником выставки INTERKAMA+, и нам предложили воспользоваться услугами Matchmaking service. Став участниками проекта b2fair, мы получили доступ к базе данных экспонентов и посетителей ГАННОВЕРСКОЙ ЯРМАРКИ и провели поиск и отбор представителей фирм, которые были бы заинтересованы в контактах с редакцией «СТА». Посетителям, зарегистрировавшимся в проекте b2fair, резервируется гостиница и предоставляется трансфер на ярмарку. Приехав туда, в центре b2fair они получают расписание своих визитов на текущий день. Мы тоже получаем из b2fair расписание, где указано, кто и когда к нам придёт. Если у нас и посетителей не нахо-



Вручение HERMES AWARD 2005 представителю фирмы ifm г-ну Marhofer

дится общего языка, то присылают переводчиков (был случай, когда посетитель из Болгарии говорил по-болгарски и по-немецки, а мы — по-русски и по-английски, поэтому пришла переводчица, чтобы перевести нам речь болгарина с немецкого на английский; мы уже готовились понять болгарский без перевода, но посетитель где-то потерялся). Нас приятно удивил профессиональный уровень тех, кто пришёл к нам на стенд через b2fair, их открытость, интерес, готовность к сотрудничеству. Думается, что это очень перспективный путь к новым контактам, когда человек заранее знает, с кем и о чём он будет разговаривать. Ярмарка очень большая, в ней приняли участие 6090 экспонентов, даже бегло осмотреть её за день (большинство посетителей приезжают на один или два дня) нет никакой возможности, поэтому такое большое значение имеет возможность предварительного взаимного поиска контактов, впервые предложенная в этом году b2fair.

Награды и отличия

В этом году уже второй раз прошла церемония присуждения Hermes Award — престижной международной награды ГАННОВЕРСКОЙ ЯРМАРКИ в области технологий. По условиям конкурса принять в нём участие может любой немецкий или зарубежный экспонент ярмарки. Премияльный фонд составляет 100 000 евро. Эта премия — хороший стимул для разработчиков в области новых промышленных технологий.

Пять номинантов этого года были отображены международным жюри в процессе длительных обсуждений. Вот список фирм-номинантов Hermes Award 2005: ABB ltd (Цюрих, Швейцария), BAYER Technology Services (Лeverкузен, Германия), Harting Mitronics AG (Эспелькамп, Германия), ifm electronics GmbH (Эссен, Германия), Phoenix Contact GmbH & Co. KG (Бломберг/Липпе, Германия).

Объявление победителя и вручение награды состоялось на церемонии открытия ГАННОВЕРСКОЙ ЯРМАРКИ 10 апреля. Премия Hermes Award 2005 была присуждена



Беседа с посетителями на стенде журнала «СТА»

немецкой фирме ifm electronics GmbH из Эссена за оптический датчик измерения расстояния, использующий технологию на основе PMD (photonic mixer device — фотонный смеситель). Это «исполнительное устройство PMD», которое служит основой системы дистанционного измерения расстояния между устройством и объектом, использует технологию световой элокации. Впервые в мире и приёмник света, и система обработки сигнала интегрированы в одном кристалле. Недорогой высокоточный новаторский датчик содержит измерительную систему на одном кристалле с возможностью промышленного исполнения, основанную на принципе измерения времени прохождения сигнала. Эта система может служить основой для разработки новых трёхмерных приложений. Система, например, может обеспечивать улучшение характеристик активной безопасности транспортных средств при использовании её для мгновенного распознавания потенциальных угроз.

Фирма-победитель ifm и другие номинанты представили свои инновации на специальной экспозиции Gateway2innovation во втором павильоне ярмарки.

ЯРМАРКА ГЛАЗАМИ ЭКСПОНЕНТА

Редакция журнала «СТА» не впервые участвует в международных выставках. Мы дважды представляли журнал на ISA Expo в Хьюстоне и Новом Орлеане, два раза стояли на стенде выставки INTERKAMA, когда она проводилась в Дюссельдорфе, и теперь второй год подряд участвуем в INTERKAMA+, после того как она вошла в состав ГАННОВЕРСКОЙ ЯРМАРКИ и сменила место жительства, так что материала для сравнительного анализа накопилось достаточно. ГАННОВЕРСКАЯ ЯРМАРКА — это отдельное «государство» на окраине Ганновера. Хочется отметить, что город прекрасно приспособлен для проведения международных выставок: он находится в центре Европы, имеет удобное авиационное, железнодорожное и автомобильное сообщение со многими городами и странами. На ярмарку посетителей и участников доставляют электрички, трамвай-

метро, автобусы — с городским транспортом нет проблем. По территории ярмарки проложены три автобусных маршрута, а для представителей прессы между конгресс-центром и входами курсируют микроавтобусы. В павильонах и на улице множество кафе и ресторанов, никто не мучается от голода и жажды, всё удобно, чисто, работа всех служб прекрасно организована и скоординирована, сказываются многолетние традиции организации выставок. Когда на выставку приходит весна (а она в этом году задержалась), расцветают деревья, цветы, кусты, зеленеют газоны — просто приятно идти по территории. Посетители отдыхают от встреч, бесед и созерцания плодов автоматизации, сидя на лавочках и на ступеньках огромной лестницы, растянувшись на травке и разглядывая парящие в небе над ярмаркой рекламные дирижабли.

В этом году ярмарка работала на день меньше, чем в прошлом, но по сравнению с 2004 годом наблюдался рост стран-участников (65 и 60 соответственно), числа фирм-экспонентов (6090 и 5085), посетителей пришло на 20% больше, а экспозиция заняла 205100 кв. м в 24 павильонах. Даты следующей ГАННОВЕРСКОЙ ЯРМАРКИ уже определены — она состоится с 24 по 28 апреля 2006 года. Приятно отметить, что материалы, содержащие краткие итоги



На ярмарку пришла весна

ярмарки, впервые в этом году раздавали на заключительной пресс-конференции не только на немецком и английском, но и на русском языке. «ГАННОВЕРСКАЯ ЯРМАРКА 2005 показала, какое важное значение Россия придает Германии как своему важнейшему торговому партнеру, — заявил председатель правления Deutsche Messe AG г-н Sepp D. Heckmann. — Углубление кооперации и создание новых деловых связей на ГАННОВЕРСКОЙ ЯРМАРКЕ 2005 в значительной мере способствует подъёму экономики Германии и улучшению конъюнктуры». ●



Защищённый — не значит громоздкий!

M220 — ПРОМЫШЛЕННЫЙ НОУТБУК С ТЕХНОЛОГИЕЙ INTEL CENTRINO



- Процессор Intel Pentium M с пониженным энергопотреблением 1,4 ГГц
- До 2 Гбайт DDR-памяти
- Дисплей 14,1" или 15,1" TFT (S)XGA, разрешение до 1400×1050, возможность установки сенсорного экрана и/или дисплея повышенной яркости
- Беспроводной сетевой адаптер Intel PRO/Wireless (IEEE 802.11b/g), модуль Bluetooth (опция), GPRS/GPS-модуль (опция)
- Степень защиты IP54
- Соответствие стандарту MIL-STD-810F
- Размеры 328×272×43 (!) мм

#171
Официальный дистрибьютор — компания ПРОСОФТ


Галина Серёгина

Выставка ПТА: 5 лет вместе с вами и для вас

Если литературу принято считать зеркалом человеческой жизни, то выставку по праву можно назвать зеркалом рынка. Важность выставки как маркетингового мероприятия давно уже никем не ставится под сомнение.

Выставка — это прекрасная демонстрационная площадка;

—отличный и быстрый способ изучения рынка: здесь можно получить информацию, которая в обычное время будет собираться не один месяц, потребляя гораздо больше ресурсов;

—один из инструментов PR: способ напомнить или впервые заявить о себе;

—оптимальное место для общения с клиентами: вы и ваши партнеры по бизнесу находитесь на нейтральной территории, такие переговоры, с точки зрения психологов, оказываются куда более эффективными, чем те, которые проходят в офисе заказчика или исполнителя;

—и главное: это единственное место, где клиенты сами приходят к вам.

Но какую выставку выбрать, чтоб мероприятие оказалось действительно эффективным? Дело в том, что сегодня выставочный бизнес достаточно динамичен и большинство выставок основной своей целью ставят привлечение максимального количества участников и посетителей. В итоге участники зачастую страдают от наплыва нецелевой аудитории, а заинтересованные посетители не могут найти нужные им стенды.

Поэтому главным критерием «полезности» для современной технической выставки становится её специализированный, рабочий характер.

Это особенно актуально для выставки, посвящённой промышленной автоматизации. В России зеркалом промышленной автоматизации является выставка ПТА — «Передовые технологии автоматизации». В этом году выставка отмечает первый юбилей — 5 лет.



Первые минуты после открытия выставки ПТА-2002



Выставка ПТА — важная площадка для общения с ключевыми целевыми аудиториями компании SWD, 2004 г.

Выставка ПТА родилась в начале нового тысячелетия. Осенью 2001 года прошла первая специализированная выставка ПТА-2001. Родоначальником мероприятия по праву можно считать Международный семинар компании ПРОСОФТ — ведущего поставщика оборудования и программного обеспечения для АСУ ТП и встраиваемых систем, во время проведения которого устраивалась мини-экспозиция оборудования и технологий.

Очевидно, что выставки ПТА-2001 и ПТА-2002, проводившиеся в Академии государственной службы при Президенте РФ, имели определённую направленность в рамках программы поставок компании ПРОСОФТ и услуг её партнеров и дилеров.

Переломным моментом в судьбе мероприятия стал 2003 год, когда выставка приобрела полную независимость и самостоятельность. Результатом проведения выставки профессиональной выставочной компанией «Экспотроника» стало превращение мероприятия в главное событие года на отечественном рынке АСУ ТП и встраиваемых систем, а также выход на совершенно иной представительский уровень. Число участников и посетителей возрастает год от года на 15-25%, в 2004 году выставку ПТА в Центре международной торговли посетило более 6000 специалистов.

Главной особенностью мероприятия, за которое оно так ценится профессионалами, является намеренно узкая специализация, ориентация на нужды специалистов отрасли. Это особенно важно для компаний-участников, поскольку подобный подход к организации выставки, по оценкам экспертов, делает её гораздо более эффективным маркетинговым инструментом по сравнению с любыми видами рекламы (исходя из цены полезного контакта).

Эффективность специализированных выставок с точки зрения маркетинга заключается ещё и в том, что, представляя свою новую продукцию, компании сразу оказываются в центре целевой аудитории.



Компания «Весть»: «Выставка ПТА помогает нам развиваться» (2003 г.)

Несомненным показателем удачной выставки является долговременный успех на рынке ее постоянных участников, стабильных развивающихся компаний. Выставка ПТА начиналась в 2001 году с 29 участников, компаний и профильных изданий, более половины из них прошли с ней весь путь, от первого года организации до пятилетнего юбилея.

Мы вместе в окопах сидели

Одной из таких компаний является SWD Software (г. Санкт-Петербург).

Основанная в 1991 году SWD Software является официальным дистрибьютором компании QNX Software Systems на территории России и стран бывшего СССР. Основные направления деятельности SWD Software — поставки программных и аппаратных средств, предпродажные консультации, техническая поддержка, сертифицированное обучение и заказные разработки.

Другой завсегдатай выставки ПТА — компания «Весть» (г. Санкт-Петербург). Компания выполняет проекты комплексной автоматизации промышленных предприятий. В ходе проектов используются программные продукты ведущих мировых производителей, такие как система Microsoft Business Solution Axapta, система оперативного управления производством Factelligence, система управления основными фондами предприятия Datastream.

В этом году пятый раз принимает участие в выставке ПТА и группа компаний «Антрел» (г. Москва), предлагающая типовые



«АНТРЕЛ»: уже первая выставка ПТА имела успех, 2001 г.



Компания «ЭлеСи» поддерживает выставку ПТА с самого ее образования, 2001 г.

проекты, разработки по автоматизации производства и научных исследований, а также занимающаяся системной интеграцией по автоматизации предприятий в целом, причём не только промышленных.

Следующий участник всех пяти выставок ПТА — системный интегратор компания «ЭлеСи» (г. Томск). Основной деятельностью компании является внедрение комплексов промышленной автоматики «под ключ». Компания своими силами осуществляет:

- проектно-изыскательские работы по созданию систем автоматизации;
- производство аппаратных и программных средств автоматизации;
- пусконаладочные работы;
- сервис систем автоматики и обучение специалистов заказчика.

ПКП «Ирис» (г. Ростов-на-Дону) также принимает участие в выставке ПТА с момента её основания. Компания является одним из старейших разработчиков и поставщиков встраиваемых систем на российском рынке автоматизации. ПКП «Ирис» занимается разработкой и поставками систем управления и диагностики электровозов, корабельных систем диагностики и управления, ограничителей нагрузки кранов, бортовых компьютеров для комбайнов, оптоволоконных систем передачи информации и т.д.

Другим не менее успешным разработчиком аппаратных средств для автоматизации технологических процессов, встраиваемых и бортовых систем является компания Fastwel, также постоянно принимающая участие в выставке ПТА. Её изделия исполь-



Выставка ПТА оказалась действительно полезной для ПКП «Ирис», 2002 г.

зуются в таких проектах, как система контроля электрических параметров турбогенераторов электростанций на Кольской АЭС, распределённая система управления линейной части магистрального газопровода для ООО «Севергазпром», АСУ ТП нефтесборного пункта, выполненного НПФ «Интек», малый научно-исследовательский спутник «Можаец-4», система автоведения поездов для РАО «РЖД» и многих других.

Все 5 раз участвовала в выставке ПТА и группа компаний «ТЕКОН» — разработчик, производитель и поставщик средств и систем промышленной автоматизации, системный интегратор. Предприятие занимается разработкой и производством контроллеров, изготовлением комплектных шкафов автоматики, поставкой оборудования и ПО для АСУ ТП и др.

Постоянные экспоненты выставки ПТА в качестве основных целей участия в мероприятии называют демонстрацию своих последних достижений, информационную поддержку клиентов, общение с партнерами, стремление проанализировать ситуацию на рынке, ознакомиться с новинками партнеров и конкурентов, и, конечно же, приобретение новых заказчиков.

Выставка ПТА строить и жить помогает

Представители компаний, постоянно принимающих участие в выставках ПТА, согласились рассказать о своих успехах за прошедшие 5 лет и о результативности своего участия в выставке.

Леонид Агафонов, управляющий директор компании SWD Software

Участие в крупных отраслевых выставках является одним из основных элементов маркетинговой стратегии нашей компании. Выставка ПТА как раз одно из самых серьезных мероприятий рынка промышленной автоматизации.

За последние пять лет наша компания прошла серьезный путь, развивая бизнес на территории России и стран бывшего СССР. Среди основных успехов и достижений можно перечислить:

- получение статуса QNX Premier Distributor за успехи в продвижении ОС PB QNX (2002 г.);
- вхождение в список 5 ведущих дистрибьюторов QNX в мире (2003 г.);
- первое место по объемам продаж QNX среди дистрибьюторов (2004 г.);
- развитие партнерской сети в регионах и включение партнеров SWD в список официальных реселлеров QNX (2004 г.);
- заключение дистрибьюторских соглашений с двумя компаниями — Empress Software, Inc. и Birdstep Technology, Inc. —



Ты помнишь, как все начиналось? 2002 г.

производителями встраиваемых СУБД для QNX и других платформ;

- серия издательских проектов (3 книги Сергея Зыля, переиздание книги Роба Кертена);
- развитие и успех образовательной программы «QNX для вузов».

И, конечно, можно сказать, что выставка ПТА помогла нам в достижении таких результатов. Эта выставка является важнейшей площадкой для общения со всеми ключевыми целевыми аудиториями нашей компании. Именно диалоги с участниками и посетителями выставки позволяют нам проверять свои бизнес-идеи, корректировать тактические планы. Естественно, выставка также является важным источником новых заказчиков, а ведь без роста финансовых показателей невозможен объективный успех коммерческой организации.

Наша компания является участником выставки ПТА на протяжении всей её истории, и мы с радостью отмечаем серьёзный прогресс мероприятия. Это можно оценить и по постоянно растущему числу участников, и просто визуально: с каждым годом выставка выглядит ярче и насыщенней. Но самое приятное, что участниками выставки с каждым разом становятся всё более серьёзные и профессиональные компании. На наш взгляд, также важно, что теперь расширяется и география выставки: насколько мы знаем, в конце 2005 года пройдут выставки на Урале и Украине. Компания SWD Software



Со времени ПТА-2001 в ГК «ТЕКОН» произошли большие изменения, 2004 г.

уже приняла участие в региональной выставке «ПТА Северо-Запад», которая проходила в марте в Санкт-Петербурге.

Полезность выставки для компании стабильно высока и увеличивается вместе с ростом масштаба мероприятия.

Владимир Демидов, руководитель департамента продаж и маркетинга компании «Весть»

За последние 5 лет компания «Весть» существенно выросла, появились новые сферы деятельности, новые продукты, проекты. Безусловно, выставка ПТА помогает нам развиваться, распространять информацию о своей деятельности, налаживать новые полезные контакты.

Мы с удовольствием наблюдаем положительные изменения в организации и работе выставки в течение всех 5 лет. Выставка развивается, расширяется, с каждым годом увеличивается число посетителей и участников. В этом году выставка переезжает в новое, более просторное помещение. Также следует отметить, что расширение географического пространства мероприятия даёт нам возможность представлять свои решения также и на региональном уровне.

Олег Владимирович Кривошеев, генеральный директор группы компаний «АНТРЕЛ»

Выставка ПТА — одна из немногих выставок (можно назвать еще 2-3 мероприятия такого же уровня), на которой представлен полный спектр участников, услуг и разработок сектора практического применения мировых достижений в области автоматизации и встраиваемых систем.

В настоящее время группа компаний «АНТРЕЛ» находится на подъёме.

В конце прошлого года мы открыли в Белгороде свой филиал, а в феврале 2005 года провели с участием компании ПРОСОФТ семинар «Интегрированные системы автоматизации».

В число последних достижений «АНТРЕЛ» входит ряд очень интересных работ по автоматизации технологических процессов в агрокомплексе, автоматизации научных исследований, встраиваемым системам.

Как я уже отмечал, мы рассматриваем выставку ПТА, в первую очередь, как подведение результатов нашей работы за год, выявление общих тенденций на рынке автоматизации и поиск возможных заказчиков. Все эти задачи ПТА помогает нам решать в полной мере.

По мере узнаваемости мероприятия в профессиональной среде, увеличения количества участников и роста посещаемости выставка ПТА становится все более полезной в плане развития существующих и установления новых контактов. Кроме того, выставка ПТА вызывает все больший интерес у зарубежных участников, что позволяет укреплять и углублять международную интеграцию.

Олег Чистяков, менеджер по маркетингу ЗАО «ЭлеСи»

За последние пять лет наша компания существенно увеличила свои финансовые показатели. На работу было принято более 250 новых сотрудников.

Открыты новые представительства в городах России. Расширилась и номенклатура



Строили, строили и, наконец, построили, ПТА-2003

выпускаемых изделий, увеличился список заказчиков.

В этом году компания «ЭлеСи» получила статус лучшего системного интегратора компании Isonics, продукция компании отмечена дипломами различных отраслевых и специализированных выставок, менеджмент компании был удостоен государственных и региональных наград.

Выставка ПТА, как и компания «ЭлеСи», за эти пять лет стремительно росла, преодолевались трудности, свойственные нашему рынку. Конечно, участие в этой выставке помогало компании устойчиво развиваться, устанавливать новые контакты, получать заказы. Нам очень нравится организация и манера проведения выставки ПТА. Забота об экспонентах очень радует.

К тому же, я думаю, и посетители довольны — здесь всегда представлен широкий выбор последних решений для промышленной автоматизации. По моим наблюдениям, интерес западных компаний к данной выставке с каждым годом всё увеличивается. И, конечно же, выход выставки в регионы — очень важный шаг в её развитии.

Игорь Бадьян, зам. зав. отделом ФГУП ПКП «Ирис»

В течение прошедших 5 лет наша компания продолжала поиск применения своих разработок в «гражданских» отраслях. Если на первой выставке ПТА мы демонстрировали микропроцессорную аппаратуру, предназначенную для управления электроприводом и электрическими аппаратами электропоездов ВЛ65 и ЭП1, то к концу прошлого года наши специалисты разработали аппаратуру управления для электропоездов ВЛ80тк, а также систему диагностики с отображением технического состояния и параметров для электропоездов ВЛ10 и ВЛ80с, проходящих модернизацию для продления срока службы.

Выставка ПТА оказалась для нас действительно полезной. Более тесное знакомство с производителями, такими как Fastwel, Спецкабель, позволило найти импортозаменяющих производителей в России, в связи с чем сократились сроки собственного произ-

SWD Software®

Эффективный инструментарий для разработки надежных встраиваемых систем

Task Name	QNX Neutrino - ОСРР для сетей и телекоммуникаций
1	QNX Neutrino - ОСРР для сетей и телекоммуникаций
2	Внешний вид
3	Меню
4	Производительность
5	Функциональность
6	Поддержка сетевых протоколов, маршрутизация, базы данных, поддержка итеративного обеспечения
7	Надежность
8	Высокая готовность, система восстановления после сбоя, горячая замена
9	Гибкость
10	Простота установки/служб, исключительный ценный цикл
11	Время вывода продукта на рынок (TTM)
12	Телекоммуникации
13	Аппаратура
14	Инструментарий
15	Полный набор инструментария разработчика - от написания и отладки кода до создания образов ПЗУ
16	Экономичность
17	Готовые и использованные компоненты
18	Повторное использование кода
19	Портативность кода, стандартный API
20	Услуги
21	Техподдержка, языковые разработки, проектирование, стартовые комплекты
22	Инвестиции (ТСО)
23	Цели
24	Инструментарий
25	Услуги
26	Степень готовности
27	Полный набор инструментария разработчика - от написания и отладки кода до создания образов ПЗУ
28	Степень использования
29	Обновления, модификация
30	Степень совместимости
31	Прозрачность обеспечения, аппаратное обеспечение
32	Услуги
33	Обучение, техподдержка, языковые разработки, проектирование, стартовые комплекты

SWD Software Ltd.
официальный дистрибьютор **QNX**
www.swd.ru

ПРОСОФТ
авторизованный реселлер **QNX**
www.prosoft.ru

Проект сдан заказчику досрочно. Весь отдел получил премии.

водства и улучшилось качество изготавливаемой продукции.

Очное знакомство с достижениями других производителей даёт толчок к совершенствованию собственной продукции, что в дальнейшем положительно сказывается на конкурентоспособности выпускаемых изделий.

Дмитрий Филимонов, директор по маркетингу ГК «ТЕКОН»

На выставках мы популяризируем отечественные программно-технические комплексы (ПТК) и комплексные решения. Не секрет, что в настоящее время в России преобладает точка зрения о предоставлении современных решений в области автоматизации исключительно зарубежными компаниями. Наши собственные маркетинговые исследования говорят о том, что доля заказчиков, предпочитающих зарубежные ПТК, составляет 78%. На наш взгляд, такая ситуация не соответствует современному состоянию отечественной автоматизации. Сегодня ряд российских фирм готов решать самые сложные и масштабные задачи автоматизации и предоставляет полный комплекс услуг по созданию АСУ ТП на базе апробированных отечественных аппаратных и программных платформ.

С 2001 года, когда была проведена первая выставка ПТА, у нас произошли большие изменения. ЗАО «ТЕКОН», существовавшее с 1990 года, преобразовано в Группу компаний «ТЕКОН», которая сегодня включает компании «Промконтроллер» (г. Москва) и «Модуль» (г. Тамбов), ЗАО «ТЕКОН-Инжиниринг» (г. Москва), ЗАО «ТЕКОНГруп». В 2003 году система менеджмента качества ЗАО ПК «Промконтроллер» получила сертификат стандарта ISO 9001:2000. Оборот ГК «ТЕКОН» вырос по сравнению с 2001 годом более чем в четыре раза, количество сотрудников увеличилось с 70 до 204 человек (по состоянию на 30 апреля 2005 года).

Изменились и наши рыночные предложения. На первой выставке ПТА мы демонстрировали общепромышленные контроллеры МФК и ТКМ51/52, ориентируясь на небольшой круг инжиниринговых компаний и специалистов по АСУ ТП предприятий, самостоятельно решающих отдельные задачи автоматизации. Сегодня мы представляем программно-технические комплексы – мощный инструмент для создания АСУ ТП любой сложности, а основной целевой группой наших заказчиков являются сильные инжиниринговые компании, осуществляющие комплексное решение задач автоматизации объектов энергетики, химии, металлургии, ЖКХ, пищевой и перерабатывающей промышленности.

В 2001 году на выставке ПТА впервые была представлена система ТЕКОНИК®, вызвавшая большой интерес у посетителей выставки. В прошлом году экспозиция ГК «ТЕКОН» уже включала линейку промышленных контроллеров для создания управляющих и информационных систем различной сложности и масштаба. Среди новинок – контроллер МФК3000, предназначенный для построения ответственных систем, включая системы блокировок и противоаварийной защиты (ПАЗ). По надёжности, производительности, диагностике и возможностям резервирования МФК3000 выгодно отличается от других контроллеров этого класса, представленных на российском рынке. Достойное место на нашем стенде заняли ТКМ700 — универсальный контроллер средней информационной мощности и ТКМ410 – экономичный контроллер для небольших систем управления.

Ценность выставки ПТА заключается в возможности пообщаться с представителями промышленных предприятий, эксплуатирующих организаций и инжиниринговых фирм, узнать реальную ситуацию на объектах и оценить тенденции развития рынка АСУ ТП. В условиях роста количества мероприятий, освещающих вопросы промышленной автоматизации, и размывания интереса к ним со стороны участников рынка эта возможность приобретает особую важность.

Мы не сомневаемся, что пятая выставка ПТА традиционно вызовет большой интерес специалистов и станет ярким событием для посетителей и участников.

Предвосхищая события

Наверное, всех российских специалистов в области промышленной автоматизации и системной интеграции интересует, что ждёт их на выставке ПТА-2005 (Москва, Экспоцентр, 18-21 октября), что нового подготовили для них организаторы и будущие экспоненты.

Об особенностях юбилейного мероприятия рассказывает директор выставочной компании «Экспотроника» Константин Морозов:

В своём развитии мы стремимся учитывать пожелания наших клиентов, предлагать удобные им условия и новые возможности. Так будет и на московской ПТА-2005. Переезд выставки в Экспоцентр позволит значительно улучшить сервис в части логистики выставочных грузов, обеспечит стенды участников полным набором коммуникаций. Так как выставка стала главным отраслевым событием, ожидается повышенное внимание со стороны государственных структур и руководства естественных монополий. Выставка на пороге вступления в ассоциацию World-F.I.M.A. — объединение ведущих мировых выставок по автоматизации и измерительной технике. В связи с этим, помимо визита на выставку ПТА-2005 руководства World-F.I.M.A., существенно возрастёт присутствие иностранных компаний-участников.

Как всегда, расширенные возможности предлагает каталог выставки ПТА-2005. Кроме традиционной краткой информации и рекламы, участники-инжиниринговые фирмы представят в нём свои проекты, реализованные в 2004-2005 годах, а произво-

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ГРАФИЧЕСКИЕ, СЕНСОРНЫЕ, СИМВОЛЬНЫЕ, ИНДИКАТОРНЫЕ ПАНЕЛИ ОПЕРАТОРА



Применение операторских панелей для местного и/или дистанционного управления оборудованием или технологическими процессами позволяет создать функционально полную систему управления в минимальные сроки и с минимальными затратами.

- Панели **EZTouch, EZText, Optimate** предназначены для работы с контроллерами основных мировых производителей ПЛК
- Встроенные порты RS232/422/485 позволяют использовать панели в локальных и распределенных системах контроля и управления
- Развитые функциональные и программные возможности
- Возможность отладки проекта on-line
- Поддержка промышленных сетей: DirectNet, Modbus, Modbus Plus, Ethernet, DH+, Profibus DP, DeviceNet, SDS
- Защищенное исполнение лицевой панели - NEMA4/4X (Ip65)

SYSTEMS PLC SYSTEMS #476 125190, Москва, Ленинградский пр-т, д.80 "Г", офис 202 (095) 105-77-98, 995-49-00 e-mail: info@plcsystems.ru

Список региональных партнеров на сайте www.plcsystems.ru

дители и дистрибьюторы — новинки оборудования и программного обеспечения. Задолго до выставки специалисты смогут отобрать интересующие их компании, проекты, новинки в интернет-версии каталога, что, несомненно, поможет им более рационально использовать время посещения выставки.

В рамках Всероссийской конференции по АСУ ТП и встраиваемым системам специалисты смогут бесплатно посетить любые доклады, презентации, семинары. Программа в этом году чётко разделена на представление современного оборудования и ПО для АСУ ТП, ПТК и предложений от системных интеграторов: доклады об успешно реализованных проектах и предлагаемых решениях, причём эти доклады будут сгруппированы по отраслевому признаку. Кроме того, отдельный день конференции будет посвящён электронике для бортовых и встраиваемых систем управления.

Как вы знаете, выставка ПТА-2005 пройдёт в этом году одновременно с выставкой, посвящённой электронным компонентам, — ChipExpo 2005. Мы плотно сотрудничаем с организаторами ChipExpo, готовим ряд совместных акций. Очевидна исключительная выгодность такого соседства двух основных отраслевых выставок. Специали-

стам из разных отделов одного предприятия будет удобно вместе приехать на выставки ПТА и ChipExpo. Кроме того, у большинства из них есть интерес к экспозиции каждой из выставок. Понятно, что инженеры, внедряющие системы автоматизации, интересуются электронными компонентами, из которых собираются модули и системы, а разработчикам приборов и другой электроники интересно знать, какие технические комплексы используются в бортовых и встраиваемых системах и в решениях по автоматизации технологических процессов. Рад отметить, что в следующем году партнёрство двух выставок продолжится, выставки 2006 года пройдут в Экспоцентре в конце сентября. Пользуясь случаем, хочу также пригласить желающих к участию в питерской выставке «ПТА Северо-Запад 2006», ведущей российской весенней выставке по промышленной автоматизации, подготовка к которой уже началась.

Некоторые участники предстоящей выставки также любезно согласились поделиться планами на будущее.

Так, компания SWD Software представит на своем стенде все наиболее важные решения на основе ОС PB QNX и встраиваемой СУБД Empress для рынка промышленной автоматизации.



Всероссийская конференция по АСУ ТП и встраиваемым системам, 2001 г.

На территории стенда будет организован зал для проведения технических и обзорных мини-семинаров для заказчиков, участников программы «QNX для вузов» и посетителей выставки, интересующихся решениями компании SWD Software. Также планируется представить новую книгу по системной архитектуре QNX 6.x на русском языке и несколько новых стартовых комплектов, разработанных под торговой маркой SWD TimeMaster на новой линейке процессорных плат различного типа. Специалисты SWD Software примут участие во Всероссийской конференции по АСУ ТП и встраиваемым системам, проходящей в рамках выставки.

Компания «Весть» собирается продемонстрировать результаты новых проектов. В этом году специалисты компании осуществляют первое и уникальное для России внедрение системы оперативного управления производством Factelligence. Таким образом, на выставке «Весть» продемонстрирует систему и поделится опытом конкретного внедрения. Кроме того, будет представлен демо-пример интеграции ERP-системы Microsoft Axapta с уровнем АСУ ТП при помощи технологии радиочастотной идентификации (RFID), которая была реализована на рыбообработывающем комбинате № 1 г. Санкт-Петербурга.

Группа компаний «ТЕКОН» представит очередные новинки: МФК3000 в искробезопасном исполнении и ПТК ТЕПЛОНИК® ЦТП, предназначенный для автоматизации тепловых пунктов и построения систем диспетчеризации.

Группа компаний «АНТРЕЛ» собирается показать ряд новых разработок по своим любимым направлениям — встраиваемым и интегрированным системам.

Остальные компании также обещали порадовать посетителей новинками, которые, по их словам, появляются у них «от ПТА к ПТА». Такое вот альтернативное летоисчисление: точкой отсчёта нового года для российских автоматизаторов стала выставка «Передовые технологии автоматизации». Что ж, будем ждать октября... ●

КАБЕЛИ

Belden CDT



- БРОНИРОВАННЫЕ
- ЭКРАНИРОВАННЫЕ
- ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЕ
- СЕТЕВЫЕ КАТЕГОРИЙ 3, 5 и 6
- ДЛЯ ИНТЕРФЕЙСОВ RS-232/422/485
- ПРОМЫШЛЕННАЯ ВИТАЯ ПАРА ДЛЯ СЕТЕЙ FIELDBUS
- ДЛЯ КОНТРОЛЛЕРОВ SIEMENS, OMRON И ДРУГИХ

Официальный дистрибьютор – компания ПРОСОФТ
(095) 234-06-36 • www.prosoft.ru

#331

В этой рубрике мы представляем новые аппаратные средства, программное обеспечение и литературу.

Если Вы хотите бесплатно получить у фирмы-производителя подробное описание или каталог, возьмите карточку обратной связи и обведите индекс, указанный в колонке интересующего Вас экспоната «Демонстрационного зала», затем вышлите оригинал или копию карточки по почте или факсу в редакцию журнала

«СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗАЦИИ».

Карточку можно также заполнить на сайте журнала «СТА»:

www.cta.ru

Популярные мини-терминалы 4×20 V.I.P. заговорили по-русски

Фирма IEE начала поставки терминалов ввода-вывода S3902-04 с поддержкой кириллицы. Теперь на встроенную вакуумно-люминесцентную панель 4×20 может выводиться информация на русском языке.

Мини-терминалы монтируются в панели управления испытательного оборудования, станков, медицинского оборудования, терминалов удалённого ввода данных, измерительного оборудования систем безопасности и др.

Модули V.I.P. обеспечивают двунаправленную связь с центральной системой через интерфейс RS-232-C со скоростями от 1200 до 9600 бод. Модель 3902-04 оснащена интерфейсом RS-422, который обеспечивает передачу данных на скоростях 2400 и 19200 бод. Для хранения данных имеется 7 кбайт электрически программируемого ПЗУ.

Управление, обновление информации и функции отображения реализуются встроенным микропроцессором. Встроенный знакогенератор обеспечивает 96 символов кода ASCII, альтернативные научные, основные европейские, скандинавские, немецкие и кириллические символы. ●



362

XP Power: новое название, новый каталог

Первое всеобъемлющее издание каталога продукции фирмы XP Power содержит 240 страниц, на которых подробно описан наибольший в мире стандартный ряд преобразователей электроэнергии. XP Power является новым наименованием, которое означает полное объединение компании XP plc с другими компаниями XP в Европе и XP Foresight в США.

Каталог описывает 11 новых семейств продукции, включая ЕСМ100 — самый маленький в мире ИВЭП открытого типа с выходной мощностью 100 Вт — и RCL175, которые характеризуются модифицируемыми по заказу выходными каналами. Ряд изделий flexPower, также включённый впервые, предлагает новейшие достижения в технологии конфигурирования и покрывает ряд выходных мощностей от 400 до 2200 Вт.

Главное место в каталоге отводится новому общему web-сайту фирмы XP Power (www.xppower.com), который предоставляет изобилие дополнительной информации.

Также в каталоге описаны услуги по модификации стандартных изделий XP по спецификациям заказчиков. ●



223

XBLOCK — приятные мелочи для системных интеграторов

Компания Octagon Systems вывела на рынок компонентов для встраиваемых и бортовых систем серию модулей расширения XBLOCK™. Изделие этой серии представляет собой суперкомпактный модуль, занимающий 40% площади стандартной платы PC/104 и устанавливаемый на разъём PC/104 либо PC/104-Plus. Благодаря своей конструкции модули могут монтироваться на процессорную плату формата PC/104 сверху без нарушения теплового режима работы процессора. Номенклатура XBLOCK включает в себя: X-COM-2 — 16 бит ISA, 2×RS-232/422/485; X-LAN-1 — 32 бит PCI, 1× Fast Ethernet (Intel 82551ER); X-DIO-48 — 8 бит ISA, 48 линий дискретного ввода-вывода; X-USB-4 — 32-бит PCI, 4×USB 2.0; X-SRAM — 16 бит ISA, 2 Мбайт статического ОЗУ и литиевую батарейку. Все изделия соответствуют жёстким эксплуатационным стандартам: рабочая температура от -40 до 85°C, (хранение от -55 до 95°C); удары до 40g и вибрации до 5g (по трём осям). ●



8

И один CPB902 в поле воин

Компания Fastwel объявила о выпуске одноплатного встраиваемого компьютера CPB902 на базе процессора STPC VEGA с производительностью Pentium II. CPB902 выпускается полностью готовым к работе с напаянными на плату процессором, ОЗУ 32 или 128 Мбайт и твердотельным диском 16 Мбайт. Поддерживаются диски IDE и карты CompactFlash. Видеосистема поддерживает ЭЛТ мониторы и панели TFT/DSTN с разрешением до 1024×768 точек. Порты ввода-вывода обеспечивают работу двух Fast Ethernet, трёх RS-232, трёх RS-232/422/485, двух USB 1.1, LPT, PS/2, НГМД. Поддерживаются часы реального времени и два сторожевых таймера. Разъём PC/104 позволяет наращивать функциональность платы модулями третьих производителей. CPB902 питается напряжением одного номинала 5 В и отличается сверхнизким энергопотреблением — до 6 Вт. Плата выдерживает вибрацию до 5g и удары до 50g. Диапазон рабочих температур для CPB902 лежит в пределах от -40 до +85°C. ●



449

Коммуникационные платы Advantech получают дополнительную защиту

Компания Advantech начала поставки промышленных коммуникационных плат PCI-1612CU, имеющих 4 порта с интерфейсами RS-232/422/485. Каждый порт имеет оптоэлектронную развязку с напряжением изоляции 2500 В постоянного тока, защиту от перенапряжения до 2500 В постоянного тока, защиту от статического разряда до 16 кВ, что обеспечивает надёжную передачу данных на большие расстояния в тяжёлых промышленных условиях.

Благодаря поддержке шины PCI с уровнями сигналов 3,3 В и 5 В платы PCI-1612CU можно использовать как в старых, так и в новых компьютерных системах. В одной системе может быть установлено до 4 плат, что позволяет обслуживать до 16 каналов связи. Возможность выбора интерфейса для каждого канала индивидуально придаёт плате особую гибкость в использовании.

Платы PCI-1612CU поставляются в двух вариантах: с соединителями DB-25 или DB-9. Входящий в комплект поставки набор драйверов обеспечивает работу плат под управлением операционных систем Windows® 98/2000/ME/XP и Linux®. ●

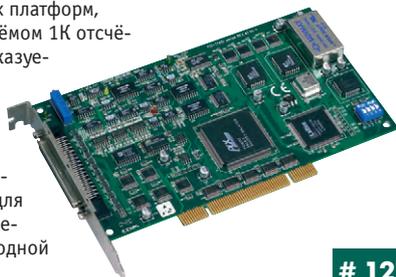


127

Идеальное решение для сбора данных

Новая многофункциональная плата сбора данных PCI-1741U фирмы Advantech имеет 16 каналов аналогового ввода, которые позволяют оцифровывать сигналы с 16-разрядным разрешением и максимальной скоростью 200 000 отсчётов в секунду. Кроме того, на плате имеется один канал аналогового вывода с 16-разрядным разрешением, 16 каналов дискретного ввода-вывода, а также 16-разрядный счётчик с входной частотой до 10 МГц. Отличительными особенностями платы PCI-1741U являются:

- функция автокалибровки, позволяющая откалибровать каналы аналогового ввода-вывода без применения дополнительного оборудования и без участия обслуживающего персонала,
- соответствие системной шины PCI спецификации 2.2, обеспечивающее возможность работы платы в составе как новых, так и старых вычислительных платформ,
- наличие буфера FIFO объёмом 1К отсчётов для высокой и предсказуемой скорости ввода данных при работе под управлением Windows®,
- функция задания индивидуального идентификационного номера платы для бесперебойной работы нескольких плат в составе одной системы. ●



127

Точность на длинных дистанциях

Компания Pepperl+Fuchs, известная датчиками углового положения, пополнила свою номенклатуру серией датчиков для определения абсолютного линейного положения.

Для этого в 2005 году Pepperl+Fuchs приобрела право на выпуск продукции Stahltronic WCS у компании Stahl AG, Waldenburg. Эти системы состоят из кодовой ленты, являющейся источником данных о положении, и оптоэлектронной считывающей головки. Широкое применение такие системы находят в автоматизированных складских системах, подъёмных устройствах и других системах, где требуется управлять линейным перемещением объекта.

Длина кодовой ленты может быть разной, в зависимости от решаемой задачи, поэтому она выпускается по заказу, для каждого конкретного случая. Максимальная длина ленты — 327 метров.

Считывающая головка является цельным оптическим датчиком со встроенной системой обработки данных. Параметр абсолютного положения может быть считан по параллельному интерфейсу или интерфейсам PROFIBUS-DP, DeviceNet, InterBus-S, CANopen, SSI. ●



125

Handyscope HS4: измерительная лаборатория на столе

Фирма TiePie engineering начала поставки новых высокоскоростных многоканальных измерительных устройств Handyscope HS4. Они имеют 4 входных канала, которые обеспечивают оцифровку сигнала в диапазоне от 0,2 до 80 В с 12-, 14- или 16-разрядным разрешением. Длина выборки может иметь до 128К значений. Поставляется 4 версии устройства: с максимальной скоростью 5, 10, 20 или 50 млн. отсчётов в секунду для каждого канала. Генератора сигналов Handyscope HS4 в своём составе не имеет.

Для подключения к персональному компьютеру уже традиционно используется интерфейс USB 2.0, что позволяет обойтись без внешнего источника питания. Поставляемое в комплекте с устройством программное обеспечение для Windows позволяет превратить персональный компьютер в запоминающий осциллограф, цифровой мультиметр, анализатор спектра или регистратор переходных процессов. ●



452

Высокоскоростной RS-232 для всех CompactPCI

Advantech MIC-3620 является многопортовой коммуникационной платой для систем CompactPCI. Она имеет 8 интерфейсов RS-232 с максимальной скоростью передачи данных до 921,6 кбит/с. По специальному заказу доступна модификация платы с защитой каналов от перенапряжения. MIC-3620 соответствует стандарту CompactPCI 2.1, поддерживает технологию plug & play и совместима с операционными системами MS Windows 98/NT/2000/XP. Плата оснащена микросхемой 16C954 UART, наличие которой позволяет значительно снизить нагрузку на центральный процессор системы, освобождая его ресурсы для работы над многозадачными приложениями. Вместе с MIC-3620 поставляется утилита Advantech ICOM, которая позволяет записать производительность её работы. Для заказа доступны 2 модификации данной коммуникационной платы: для систем CompactPCI 3U (MIC-3620/3) и CompactPCI 6U (MIC-3620/6). ●



108

Простота и надёжность измерений с помощью ADAM-4019+

Фирма Advantech выпустила модуль аналогового ввода ADAM-4019+, который является усовершенствованной версией уже давно поставляемого модуля ADAM-4019. Принципиальных нововведений два: дополнительный входной диапазон 4-20 мА, наличие которого упрощает подключение к модулю различных датчиков, а также наличие функции контроля целостности измерительных цепей, что позволяет существенно повысить достоверность получаемых данных.

- Кроме того, модуль ADAM-4019+ имеет:
- возможность индивидуального конфигурирования каждого из восьми входных каналов, что позволяет более эффективно использовать аппаратные ресурсы,
 - поддержку всех наиболее популярных типов термодатчиков,
 - гальваническую изоляцию 3000 В постоянного тока,
 - встроенный сторожевой таймер,
 - поддержку протокола ModBus/RTU наряду с сохранением возможности обмена данными с помощью системы команд ADAM ASCII. ●



114

Блоки питания SITOP smart: надёжные и компактные

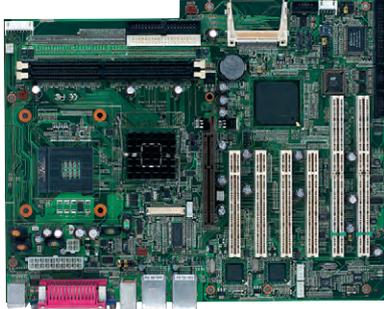
Фирма Siemens выпустила новую серию блоков питания SITOP smart. Устройства этой серии предназначены для работы от однофазных сетей 120/230 В и отличаются особо компактной конструкцией. Блоки питания SITOP smart с выходным напряжением 24 В и выходным током 2,5, 5 и 10 А при ширине 32,5, 50 и 70 мм почти в три раза уже своих предшественников. В них значительно увеличена перегрузочная способность, что без проблем позволяет подключать нагрузку с повышенным пусковым током. При температуре окружающей среды вплоть до 45°C новые блоки питания могут длительно работать с нагрузкой на 20% больше номинальной. При необходимости с помощью потенциометра выходное напряжение может быть изменено в диапазоне от 22,8 до 28 В. Блоки питания на 5 и 10 А имеют варианты исполнения со встроенным корректором коэффициента мощности. Расширение функциональных возможностей блоков питания SITOP smart реализуется с помощью дополнительных модулей. ●



226

AIMB-750 для особых применений

Компания Advantech выпустила промышленную материнскую плату для обслуживания приложений, требующих высокой производительности. Модель AIMB-750 создана на базе системной логики Intel 855GME + ESB6300 и потому поддерживает процессоры Intel Pentium M с частотой до 2 ГГц. Плата имеет встроенный видеоконтроллер с выходами VGA и LVDS, но также поддерживает установку видеоплат в слот AGP. Для карт расширения предусмотрены 4 слота PCI и 2 PCI-X (64 бит/66 МГц). Для создания дисковой подсистемы имеются контроллеры SerialATA и Ultra DMA/100. Периферийные устройства могут подключаться к 4 портам USB 2.0 и 2 портам RS-232. В качестве сетевых интерфейсов применяются до 2 контроллеров Gigabit Ethernet. AIMB-750 оснащена сторожевым таймером и системой автоматического резервирования настроек BIOS, что повышает надёжность её работы.



111

Запредельная удельная мощность

Фирма Nemic-Lambda выпустила новую серию HWS источников электропитания AC/DC с высокими показателями удельной мощности и КПД, которые соответствуют требованиям директивы RoHS, ограничивающей содержание опасных веществ в электротехническом и электронном оборудовании. Показатель удельной мощности ИВЭП серии HWS достигает значения 5 Вт/дюйм³, при этом габаритные размеры, на 60% меньшие, чем у моделей предыдущего поколения, позволяют устанавливать их в стандартные конструктивы высотой 1U.

Серия HWS имеет в своём составе изделия с выходными мощностями 15, 30, 50, 100 и 150 Вт; ряд выходных напряжений составляет 3,3; 5, 12, 15, 24 и 48 В. ИВЭП способны работать в диапазоне входных напряжений питающей сети от 85 до 265 В. ИВЭП серии HWS применяются в оборудовании автоматизации производственных процессов, испытательном и измерительном оборудовании, аппаратуре средств связи. Они соответствуют требованиям для производственного оборудования полупроводников SEMI-47.

Диапазон рабочих температур от -10 до +70°C. Габариты от 26,5×82×80 мм для 15-ваттных моделей до 37×82×160 мм для 150-ваттных моделей. Масса от 180 до 500 г.



219

LOGO! научился регулировать

Компания Siemens начала поставки логических модулей LOGO! следующего, пятого поколения. С помощью нового аналогового модуля расширения LOGO! AM2 AQ, имеющего два выхода 0-10 В, логические модули теперь можно использовать для решения простых задач регулирования. Для этой цели в программное обеспечение Logo!SoftComfort были введены три новых функциональных блока. С помощью функции ПИ-регулятора легко реализуются замкнутые контуры регулирования. При этом для решения стандартных задач (регулирование температуры или частоты вращения) можно выбрать один из predetermined наборов параметров. Генератор линейно изменяющегося сигнала позволяет формировать, например, разгонные и тормозные характеристики электропривода. Функция аналогового мультиплексора позволяет задавать на аналоговом выходе одно из четырёх предварительно установленных значений. Всё это, наряду с другими усовершенствованиями, внесёнными инженерами Siemens, обеспечивает модулям LOGO! лидирующие позиции в своём классе устройств.



150

EPIC прорастает гигагерцами

Компания Octagon Systems объявила о выпуске XE-900 — одноплатного компьютера в формате EPIC, оснащённого процессором VIA EDEN с частотой до 1 ГГц. Новинка предназначена для встраиваемых систем на транспорте, в системах безопасности, комплексах вооружений и АСУ ТП. На плате имеется видеосистема ЭЛТ/LVDS, 6 последовательных портов RS-232/422/485, Fast Ethernet, 2×USB и 24 канала дискретного ввода-вывода общего назначения. Видеосистема обеспечивает разрешение до 1920×1440 точек, имеется консольный режим на COM1. Поддерживаются модули расширения PC/104 и PC/104-Plus. Одноплатный компьютер XE-900 совместим с ОС Microsoft Windows XP Embedded, Linux и QNX. Плата может выдерживать высокий уровень ударов и вибрации, рабочий температурный диапазон составляет от -40 до +85°C. Высокая надёжность обеспечивается встроенными функциями управления энергопотреблением, поддержкой твердотельной памяти CompactFlash и сторожевым таймером.



11

Что нам стоит киоск построить!

Компания Advantech расширила номенклатуру системных блоков серии OFPC высокопроизводительной моделью ES-200-80. Назначение новинки — снизить издержки и ускорить процесс проектирования мультимедийных киосков. ES-200-80 поддерживает процессор Pentium® 4 3,06 ГГц и до 2 Гбайт оперативной памяти. Перечень интерфейсов ввода-вывода включает в себя сетевой 10/100Base-T Ethernet, четыре RS-232, 1×LPT, 1×PS/2 и 2×USB 2.0 порта. Полный набор портов аудиоинтерфейса позволяет воспроизводить и записывать звук с CD-качеством. Для расширения стандартного набора функций в корпус можно установить дополнительно до двух плат стандарта PCI 2.2. При всём разнообразии встроенных функций вместе со встроенным источником питания, комби-CD-ROM и 3,5" жёстким диском размеры корпуса не превышают 354×226×115 мм. ES-200-80 совместим с мониторами серии ES-3000, образуя готовое модульное решение для мультимедийных и информационных киосков.



116

«Пауки» Hirschmann — не повод для арахнофобии

Видя успех своего компактного коммутатора SPIDER 5TX, компания Hirschmann расширила линейку «пауков», выпустив модели SPIDER 8TX и SPIDER 4TX/1FX. Они также являются устройствами начального уровня и предназначены для увеличения количества портов в промышленных сетях Ethernet. Лёгкость их интеграции в существующие сети обеспечивается тем, что они компактны, монтируются на DIN-рейку и поддерживают технологию plug & play. Модель SPIDER 8TX оснащена 8 портами Fast Ethernet (10/100Base-TX, разъём RJ-45), SPIDER 4TX/1FX — 4 портами Fast Ethernet и одним оптическим (100Base-FX для многомодовых кабелей, разъём SC). Данный порт особенно востребован в ситуациях, когда требуется передача сигнала на большие расстояния или в зонах с сильными ЭМ-помехами (например, при прокладке кабеля передачи данных параллельно с силовыми).



49

SCSI RAID для CompaqPC

Компания Advantech расширила линейку модулей тылового ввода-вывода для процессорных плат MIC-3358 и MIC-3369, добавив модели RIO-3309S-A1 и RIO-3309S-A2. Их основной особенностью является наличие интегрированного одноканального RAID-контроллера с интерфейсом Ultra320 SCSI Adaptec AIC-7901. Его наличие позволяет организовывать полнофункциональные RAID-массивы уровней 0, 1 и 5. Модель RIO-3309S-A1 имеет внутренний разъём SCSI, у модели RIO-3309S-A2 он выведен на заднюю панель, что позволяет подключать внешние дисковые массивы. К этим модулям также можно подсоединить IDE-привод и дисковод. У RIO-3309S на задней панели находятся 2 интерфейса Gigabit Ethernet, USB-, COM-, VGA-порт и разъём PS/2 (Y-кабель входит в комплект поставки). Функциональность системы можно расширить ещё больше, используя коннекторы, распаянные на платах RIO-3309S, среди них есть дополнительные интерфейсы USB, RS-232 и даже LPT. ●



108

Всё больше мышей не боятся воды

Почувствовав набирающую силу тенденцию, компания IKEY добавила в номенклатуру производимых ею товаров оптическую мышь со степенью защиты IP65. Изделие получило красочное название AquaPoint и номер для заказа DT-0M. Мышь имеет приятный эргономичный дизайн, который обеспечит комфортную работу на протяжении длительного времени. Манипулятор покрыт слоем силиконовой резины, что предохраняет его от влаги и одновременно делает простым процесс чистки. Несомненным плюсом манипулятора является то, что он может работать в широком температурном диапазоне от -40 до +90°C. Модель AquaPoint прекрасно подходит для работы в жёстких условиях, сочетая в себе привычное удобство использования офисной мыши и надёжность промышленного устройства. Для заказа доступны модификации с интерфейсами PS/2 и USB. ●



381

120 Вт ИВЭП AC/DC фирмы XP Power с конвекционным охлаждением

Новейшие источники электропитания AC/DC серии SDS120 на основе высокочастотного преобразования, выпущенные XP Power, являются компактными блоками, которые обеспечивают в нагрузке полную мощность при внешней температуре до +50°C без принудительного охлаждения. ИВЭП серии SDS120 имеют размеры 127×81×39 мм и подходят для установки в конструктивы высотой 1U даже с установленными на них защитными кожухами. Источники электропитания способны работать в диапазоне входных напряжений 90...264 В переменного тока и имеют выходные напряжения от 3,3 до 48 В постоянного тока. Серия включает в себя 11 одноканальных, 7 двухканальных и 18 трёхканальных моделей.

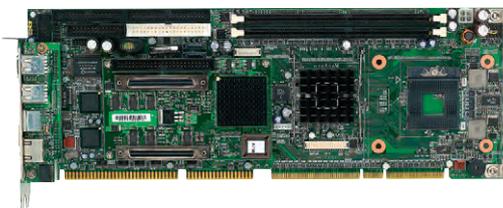
Все модели имеют самовосстанавливающиеся защиты от перенапряжения и перегрузки по току, а по заказу могут оснащаться сигнализацией об аварийном состоянии входной сети. ИВЭП серии SDS120 оснащены входными помехоподавляющими фильтрами, которые соответствуют требованиям стандартов EN 55022, CISPR22 и FCC Level B по уровню кондуктивных помех. ●



224

Pentium M с интерфейсом PICMG

Модельный ряд полноразмерных процессорных плат компании Advantech пополнился прогрессивной и востребованной моделью PCA-6189. Она построена на базе чипсета Intel 855GME и поддерживает процессоры Intel Pentium M, которые становятся все более популярными благодаря редкому сочетанию свойств: высокой производительности и малому энергопотреблению (а значит, и тепловыделению). На плату может быть установлено до 2 Гбайт DDR-памяти класса PC2700 с автоматической коррекцией чётности, она имеет встроенные аудиоконтроллер и видеоконтроллер с выходами VGA, DVI и LVDS. PCA-6189 поддерживает шины ISA и PCI-X (64 бит/66 МГц), что позволяет применять её для обслуживания задач с интенсивным вводом-выводом данных. Для обмена данными по сети может использоваться до 2 интерфейсов Gigabit Ethernet. Кроме того, плата поддерживает до 4 портов USB 2.0 и 2 порта RS-232. ●



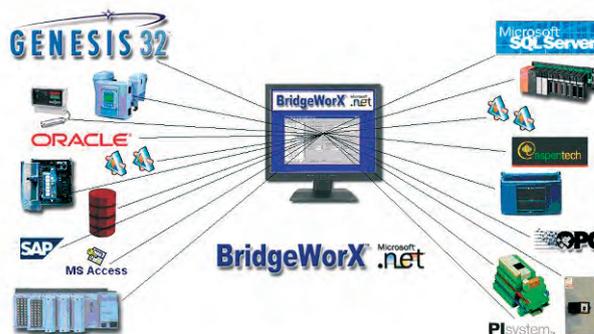
103

BridgeWorX — новый мост между АСУ ТП и системами управления производством

Новой возможностью программного пакета для бизнес-визуализации BizViz 8.0 является «наведение мостов» между АСУ ТП и приложениями верхних уровней управления предприятиями класса ERP и MES. BridgeWorX имеет несколько модулей, слаженная работа которых позволяет осуществлять интеграцию и управление данными без необходимости программирования. Основываясь на технологии .NET, BridgeWorX решает задачи управления потоками информации, от простых до максимально сложных, без привлечения высококвалифицированных специалистов по СУБД. Передача данных осуществляется с помощью транзакций — операций, созданных на основе приятного графического конфигуратора. Нужно указать источник и приёмник данных, а также логические блоки и связи между ними. В результате в два счёта настраивается обмен информацией между OPC-серверами и корпоративными бизнес-системами. BridgeWorX позволяет установить соединения с различными источниками, такими как Microsoft SQL Server, Microsoft Access, ORACLE, SAP, а также архивными и текущими данными предприятия.

Компания Iconics — разработчик пакета BizViz — в продолжение своей гибкой политики лицензирования, опробованной ещё на SCADA-системе GENESIS32, даёт возможность убедиться в возможностях и преимуществах новых продуктов без оплаты программной лицензии. Система изначально поставляется как условно-бесплатная, то есть клиенту

предоставляется демо-диск с полностью рабочим пакетом, дающим право на работу в течение 2 часов с некоторыми несущественными ограничениями (в BridgeWorX это 10 транзакций с возможностью пяти одновременно активных, плюс Web-интерфейс для удалённой настройки транзакций). Рабочая лицензия BridgeWorX бывает нескольких видов: Lite — 10 транзакций при пяти одновременно активных; Standard — 100 транзакций, 10 активных, Web-интерфейс; Enterprise — без ограничений. ●



253

Корпус для CompactPCI

Корпус Advantech MIC-3001/8 предназначен для создания на его основе систем формата CompactPCI 3U. Он может быть установлен в 19" стойку, где займет секцию высотой 4U, или вмонтирован в панель. Для заказа доступны 2 модификации корпуса: с поддержкой тыловых модулей ввода-вывода (MIC-3001R/8-4B) и без неё (MIC-3001/8-4B). 8-слотовая пассивная объединительная панель корпуса имеет 32-разрядную шину (по заказу доступна опция с 64-битовой шиной) и поддерживает «горячую» замену плат в соответствии со стандартом PICMG 2.1. В нижней части MIC-3001/8 находится вентиляционный модуль, который может быть заменён без остановки системы прямо с передней панели. Корпус поставляется с блоком питания мощностью 400 Вт и весит 7 кг. Он совместим с модулями обнаружения и оповещения о сбоях MIC-3920/MIC-3921, его среднее время наработки на отказ составляет 70 000 часов. ●



108

Двухканальный барьер искробезопасности Pepperl+Fuchs ELCON

Фирма Pepperl+Fuchs ELCON начала выпуск барьеров искробезопасности на стабилитронах Z789, которые предназначены для работы с датчиками типа «сухой» контакт, установленными во взрывоопасной зоне. Барьеры являются двухканальными и могут обеспечить обслуживание двух датчиков.



Параметры искробезопасности барьера:

- U_o (максимальное выходное напряжение) = 28 В;
- I_o (максимальный выходной ток) = 91,2 мА;
- P_o (максимальная выходная мощность) = 0,638 Вт;
- R_o (минимальное внутреннее сопротивление) = 307 Ом;
- I_{Lmin} (ток утечки) = 10 мкА при входном напряжении 26,5 В;
- U_{in} (максимальное входное напряжение) = 275 В. ●

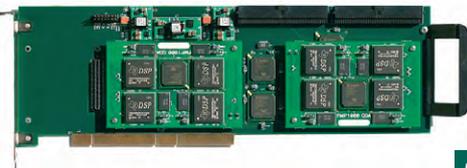
124

Больше чем скорость

Американская компания Signatec выпустила новую сверхскоростную плату цифровой обработки аналогового сигнала PMP 1000 со встроенным процессором TI C6414 фирмы Texas Instruments для параллельной обработки данных. При высоких скоростях потока входных данных единственный способ их обработки — установка специального процессора на отдельной плате. Скорость передачи данных внутри платы достигает 2600 Мбайт/с, что гораздо выше пропускной способности PCI-X шины компьютера.

Плата построена по многопроцессорному принципу. Мастер-процессор выполняет программные инструкции, а четыре или восемь ведомых процессоров обрабатывают непосредственно потоковые данные. Сигнальные процессоры смонтированы по четыре на отдельных платах, что позволяет наращивать систему при необходимости.

Область применения таких плат — приложения, требующие быстрой обработки потоковых данных (до 1000 Мбайт/с): мощные радары, обработка и анализ видеосигнала, системы высокоскоростного шифрования данных. ●



463

Клавиатура с оптическим трекболом компании NSI

Продолжая продвижение на российский рынок промышленных клавиатур с коротким ходом клавиш, компания NSI выпустила модель KSTL105F7, которая по умолчанию имеет кириллическую раскладку. Данное устройство ввода предназначено для монтажа в панель. Клавиатура оснащена 105 клавишами с явным тактильным эффектом, которые расположены на алюминиевой подложке, покрытой полиэстером, устойчивым к воздействию химических веществ. Модель имеет степень защиты IP67 и легко поддается чистке. Главной особенностью клавиатуры является наличие интегрированного оптического трекбола с шаром диаметром 50 мм. Для подключения к системе модель KSTL105F7 может быть оснащена интерфейсом PS/2 или USB. Отличное сочетание характеристик делает возможным применение данной клавиатуры в широком круге приложений. ●



169

Системы CompactPCI 6U не обязательно монтировать в стойку

Платформа Advantech CP-150 предназначена для создания мобильных систем формата CompactPCI 6U. Она имеет 6 слотов для установки плат (1 для системной платы и 5 для периферийных), её пассивная объединительная панель имеет шину 64 бит/66 МГц и поддерживает спецификацию PICMG 2.5 (H.110). В корпус CP-150 можно установить по малобаритному CD-ROM и дисководу (НГМД), а также жёсткий диск формата 3,5". Платформа оснащена 15-дюймовым ЖК-дисплеем с сенсорным экраном (максимальное разрешение 1024×768). Для ввода данных предусмотрена 108-клавишная клавиатура с интегрированной сенсорной панелью. В комплект поставки платформы входят блок питания ATX мощностью 400 Вт и сумка для переноски. CP-150 имеет размеры 400×291×223 мм и весит 11 кг. Для работы с этой платформой рекомендованы платы Advantech MIC-3358, MIC-3359 и MIC-3369. ●



127

Новая интегрированная платформа для информационных киосков

Компания Planar Systems выпустила интегрированную платформу для киосков DS15i.

Конструкция DS15i весьма компактна: глубина всего 88,9 мм, вес около 5 кг. Упрочнённый 15-дюймовый монитор с ёмкостным сенсорным экраном имеет разрешение XGA (1024×768 пикселей) и при этом в два раза ярче стандартных мониторов. Платформа включает 900 МГц процессор планшетного компьютера с усовершенствованным графическим чипсетом, 512 Мбайт ОЗУ, жёсткий диск 40 Гбайт и привод CD/DVD. DS15i также имеет безвентиляторную конструкцию для бесшумной работы. DS15i легко интегрируется во многие заказные и стандартные дисплейные конструкции для монтажа и требует только стандартных четырёхвинтовых опорных приспособлений VESA и одной стандартной электрической розетки. DS15i снабжается клавиатурой и мышью, а модульная конструкция может включать периферийные опции, такие как сканеры кодов, принтеры, считыватели кредитных карт. ●



151

DC/DC-преобразователи eighth-brick, соответствующие требованиям RoHS

Фирма Nemic-Lambda начала поставки DC/DC-преобразователей серии PAE50/100 в форм-факторе eighth-brick. Изделия с удельной мощностью 121 Вт/дюйм³ характеризуются высоким КПД 90% и пониженным тепловыделением. Доступны модели с выходными напряжениями от 1,8 до 5 В. Номинальным значением входного напряжения питающей сети является 48 В, диапазон изменения входного напряжения 36...76 В. Выходное напряжение регулируется между -20% и +10% от номинального; точность установки номинала напряжения равна 1% (тип.).

- Сервисные функции:
- защита от перенапряжения;
 - выносная обратная связь;
 - дистанционное включение/выключение;
 - защита от перегрузки по току с самовосстановлением.

Габариты: 57,9×8,5×22,76 мм. Расположение выводов такое же, как у изделий в форм-факторе quarter-brick.

Электрическая прочность гальванической изоляции между первичной и вторичной цепью составляет 1500 В (действующее значение) и соответствует требованиям стандарта безопасности оборудования (ГОСТ Р 50377-92). ●



220

Бесшумные комбайны для CompactPCI 3U

Компания Advantech выпустила новое семейство MIC-3316, состоящее из 5 процессорных плат формата CompactPCI 3U. Все они предназначены для решения задач промышленной автоматизации, таких как управление станками и механизмами в режиме реального времени. Платы имеют шину PCI 32 бит/33 МГц. Модели MIC-3316 занимают 2, а то и 3 слота в корпусе, но это с лихвой компенсируется их богатой функциональностью. На них интегрированы ЦП Intel Celeron 650 МГц, не требующий активного охлаждения, и 128 Мбайт ОЗУ (расширяется до 384 Мбайт). На плате есть место для установки НЖМД 2,5", имеются 2 разъёма для дисков CompactFlash. Для подключения к сети предусмотрен интерфейс Fast Ethernet, для монитора — порт DVI, для периферийных устройств — 2 порта USB и, как минимум, 2 порта RS-232/422/485 (не говоря о PS/2). Самые широкие модели имеют внешний разъём LPT или встроенный считыватель карт CompactFlash. ●



108

«Лепроавтоматика» обновляет барьеры искробезопасности

Фирма «Лепроавтоматика» объявила о снятии с производства барьеров искробезопасности БИ-002 и БИ-002-01. Эти барьеры, предназначенные для обеспечения искробезопасности цепей датчиков с токовым выходным сигналом 4...20 мА, снабжены триггерной защитой, благодаря которой в искробезопасной цепи удалось отказаться от элементов с большим тепловыделением, снять бесполезную нагрузку с блока питания датчика и защитить вторичный измерительный преобразователь от возможного повреждения. Однако для сброса триггерной защиты необходимо кратковременное снятие питания с барьера.

В качестве альтернативы барьерам искробезопасности БИ-002 и БИ-002-01 предлагаются барьеры БИ-006 и БИ-006-01, которые являются функциональными аналогами барьеров БИ-002 и БИ-002-01 соответственно. Принципиальным отличием между ними является отсутствие триггерной защиты у БИ-006 (-01).

Так как БИ-006 (-01) не имеют триггерной защиты, то работоспособность канала восстанавливается сразу после устранения короткого замыкания. Напомним, что в аналогичной ситуации БИ-002 (-01) требуют сброса триггерной защиты путём кратковременного снятия питания. Это может оказаться критичным, например, в каналах, обеспечивающих аварийные защиты технологических процессов.

Основные параметры искробезопасности барьеров серий БИ-002 и БИ-006: максимальное напряжение холостого хода 36 В; допустимая

ёмкость защищаемой цепи 0,1 мкФ; маркировка взрывозащиты [Exib]IIB.

Основные параметры искробезопасности барьеров серий БИ-002-01 и БИ-006-01: максимальное напряжение холостого хода 24 В; допустимая ёмкость защищаемой цепи 0,08 мкФ; маркировка взрывозащиты [Exib]IIC. ●



242

Расширение ряда источников бесперебойного питания LP33 GE Digital Energy

Фирма GE Digital Energy объявила о начале поставок источников бесперебойного питания серии LP33 с выходными мощностями в диапазоне от 40 до 120 кВт А. ИБП серии LP33 являются высоконадёжными экономичными трёхфазными системами, обеспечивающими защиту электропитания критичной нагрузки широкого спектра. Все ИБП LP33 работают в режиме двойного преобразования, обеспечивая максимальный уровень надёжности электропитания для критичных процессов.

ИБП серии LP33 с выходными мощностями от 40 до 120 кВт А обеспечивают высокую надёжность: показатель MTBF = 2 300 000 часов. С целью дальнейшего повышения надёжности до 4 ИБП могут быть соединены параллельно, при этом образуется устойчивая к отказам система с максимальной надёжностью.

ИБП могут быть оснащены резервируемой параллельной архитектурой RPA, платой SNMP, RS-232/EPO, платой с «сухими» контактами, сигнализирующей о состоянии ИБП, ручным байпасом, терминальной платой ModBus, интерфейсной платой заказчика. ●



269

Выпущен новый релиз UltraLogik32

Стало доступно очередное обновление для UltraLogik32, популярного пакета SoftLogic с поддержкой языков программирования стандарта МЭК 61131-3. В текущем релизе добавлена поддержка процессоров Pentium 4 с HyperThreading. Значительно улучшился сервер UltraNet32 — мощный компонент для связи пользовательских приложений и SCADA-систем с контроллерами. В языке FBD стало возможно исключать из компиляции отдельные функциональные блоки, а в языке Паскаль появилась поддержка массивов. Добавлена возможность работы с контроллерами ADAM-5510E, обслуживающими до восьми модулей ввода-вывода. Кроме того, исправлены некоторые ошибки, обнаруженные в предыдущих версиях.

Зарегистрированные пользователи UltraLogik32 могут бесплатно получать обновления и имеют право на бесплатную техническую поддержку в компании ПРОСОФТ. Для регистрации достаточно заполнить форму, которую можно найти на сайте www.ultralogik.ru. ●



23

Наш журнал продолжает рубрику «Будни системной интеграции». Её появление не случайно и связано с растущим числом интересных системных решений в области АСУ ТП, с одной стороны, а с другой — с учатившимися запросами в адрес редакции от различных предприятий с просьбами порекомендовать исполнителей системных проектов.

Цель рубрики — предоставить возможность организациям и специалистам рассказать о внедрённых системах управления, обменяться опытом системной интеграции средств автоматизации производства,

контроля и управления. Публикация в этой рубрике является прекрасным шансом прорекламировать свою фирму и её возможности перед многотысячной аудиторией читателей нашего журнала и с минимальными затратами привлечь новых заказчиков. Рубрика призвана расширить для специалистов кругозор в области готовых решений, что, несомненно, создаст условия для прекращения «изобретательства велосипедов» и для выхода на более высокие уровни системной интеграции.

Система управления спектрометром ДФС-24

ООО МП «АНТРЕЛ» разработана система управления спектрометром ДФС-24 для автоматизации процессов регистрации и записи спектров исследуемых образцов. Система внедрена в Физическом институте им. П.Н. Лебедева РАН (ФИАН). Аналогичное оборудование для спектральных измерений имеется во многих исследовательских институтах и на производствах и может быть автоматизировано с помощью предлагаемой системы управления.



Основой аппаратной части системы являются: контроллер RTU188 фирмы Fastwel, АЦП ADS1210 фирмы Burr-Brown, комплект шагового двигателя R7M и его блока управления фирмы Omron. Двигатель соединён с редуктором спектрометра, блок с управляющей электроникой находится в отдельном шкафу, который, в свою очередь, подключён к ПК через COM-порт.

Программное обеспечение для персонального компьютера IBM PC с операционной системой Windows 2000 реализовано средствами C++ и LabView. Программный интерфейс позволяет задавать пределы (нм), шаг (нм) и временную задержку измерений (с). После выполнения измерений результаты записываются в файл в виде таблицы.

Автоматизация процесса спектральных измерений позволяет получать результаты с большим количеством точек при значительном сокращении трудозатрат. ●

ООО МП «АНТРЕЛ», г. Москва
Телефон/факс: (095) 775-1721
E-mail: antrel@antrel.ru
Web: www.antrel.ru



376

Автоматизированная система управления тяговыми подстанциями электротранспорта

Система SCADA-RTEC предназначена для автоматизированного диспетчерского контроля и управления электротяговыми подстанциями (ЭТП) городского электротранспорта г. Кишинёва. Распределённый программно-технический комплекс позволяет решить следующие основные задачи:

- замена физически изношенных и морально устаревших телемеханических установок действующих ЭТП новым современным телемеханическим оборудованием на базе микропроцессорной программируемой техники фирмы Advantech (UNO-2050, ADAM-5511, ADAM-4000);
- централизация управления тяговыми подстанциями посредством использования единого центрального диспетчерского пункта (ЦДП); основой специализированного программного обеспечения для диспетчерского управления и контроля технологического оборудования является SCADA-система программных пакетов фирмы Softcom S.A.;
- повышение надёжности и эффективности управления технологическим объектом за счёт использования надёжного и проверенного современного оборудования.

Снижение эксплуатационных затрат на обслуживание системы обусловлено централизацией управления, высоким качеством и надёжностью используемого оборудования, а также гибкостью системы, которая при необходимости позволяет за короткий срок проводить изменение конфигурации и настройки аппаратуры и программных средств. ●

Softcom S.A., г. Кишинев
Телефон/факс (+373 22) 563-306, 506-339
E-mail: sip@syscom.md, cvv@syscom.md
Web: www.syscom.md



258

Система автоматического управления и диспетчеризации объектов инженерных сетей

Компания «ПОИСК» оснастила системой автоматизации-диспетчеризации ПОИСК-ТМ водонасосную станцию (ВНС) в одном из строящихся микрорайонов г. Ульяновска. Система решает задачи местного и дистанционного мониторинга, ручного, автоматического и удалённого управления объектом.

Система построена на базе контроллера Fastwel CPU188-5 с платами аналогового и дискретного ввода-вывода.

Основные функции системы в данной реализации:

- управление насосами в дистанционном, ручном и автоматическом режимах;
- сбор параметров функционирования объекта (давление, расход воды, температура воздуха);
- приём информации от системы коммерческого учёта;
- передача полной информационной картины в диспетчерский пункт и приём команд телеуправления по УКВ-радиоканалу;
- ответ на запросы из диспетчерского пункта и автоматический выход на связь при возникновении событий;
- контроль проникновения на объект.

Непосредственно на ВНС осуществляется отображение всех параметров, а также конфигурирование системы (задание уставок, времени и т.д.) с помощью панели оператора ОП-9 производства компании «ПОИСК». Диспетчер управляет объектом, используя мнемосхему, созданную в ПО ZNZ32.

Помимо собственных разработок, в составе системы применяется оборудование фирм Fastwel, APC, WAGO, Schroff Овен, Мидаус и др. ●

ЗАО «Поиск», г. Ульяновск
Телефон/факс: (8422) 376-567, 377-082, 300-150
E-mail: poisk@mv.ru
Web: www.poisk.mv.ru



174

Индексы продукции для карточки обратной связи

Страница	Компания	Индекс	Страница	Компания	Индекс	Страница	Компания	Индекс
18	ADDI-DATA	#380	56	Hirschmann	#50	20	Scaime	#411
3-я обл.	Advantech	#102	105		#49	37	Schroff	#74
62		#127	106	Iconics	#253	30		#86
2		#102	13	IEE	#363	104	Siemens	#226
1		#113	103		#362	105		#150
57		#114	106	IKEY	#381	107	Signatec	#463
103		#127	50	Indukey	#193	109	SoftCom	#258
104		#127	14	Interpoint	#131	100	SWD Software	#200
104		#108	17	Klinkmann	#36	104	TiePie	#452
104		#114	97	Mitac	#171	34	VIPA	#283
105		#111	21	National Instruments	#228	4-я обл.	WAGO	#410
105		#116	24	Nemic-Lambda	#220	40		#391
106		#108	105		#219	54	XP Power	#225
106		#103	108		#220	103		#223
107		#108	107	NSI	#169	106		#224
107		#127	27	Octagon Systems	#5	109	Антрел	#376
108		#108	103		#8	108	Ленпромавтоматика	#242
102	Belden	#331	105		#11	101	ПЛК Системы	#476
69	Dataforth	#96	43	Pepperl+Fuchs	#124	109	ПОИСК	#174
31	Diamond	#221	104		#125	93	ПРОСОФТ	#440
2-я обл.	Fastwel	#449	86	Pepperl+Fuchs Elcon	#125	108		#23
45		#440	107		#124	72	Прософт-Системс	#24
103		#449	33	Planar	#151			
108	GE Digital Energy	#269	107		#151			

Редакция журнала «Современные технологии автоматизации» приглашает к сотрудничеству научных редакторов, авторов и рецензентов.
Телефон: (095) 234-0635, факс: (095) 232-1653, e-mail: info@cta.ru

Уважаемые читатели,

присылайте в редакцию вопросы, ответы на которые вы хотели бы увидеть на страницах журнала. Мы также будем благодарны, если вы сообщите нам о том, какие темы, по вашему мнению, должны найти свое отражение в журнале.

Уважаемые рекламодатели,

журнал «СТА» имеет довольно большой для специализированного издания тираж до 20 000 экземпляров. Схема распространения журнала: по подписке, в розницу, через региональных распространителей, а также прямая рассылка ведущим компаниям стран СНГ — позволит вашей рекламе попасть в руки людей, принимающих решения о применении тех или иных аппаратных и программных средств.

Для оформления бесплатной подписки

на журнал «СТА» заполните форму на стр. 111 или на сайте www.cta.ru.

Принимается подписка

на 2005-й год во всех почтовых отделениях страны.

Индекс по каталогу «Роспечати» на полугодие — 72419, на год — 81872.

Индекс по объединенному каталогу «Пресса России» на полугодие — 27861, на год — 27862.

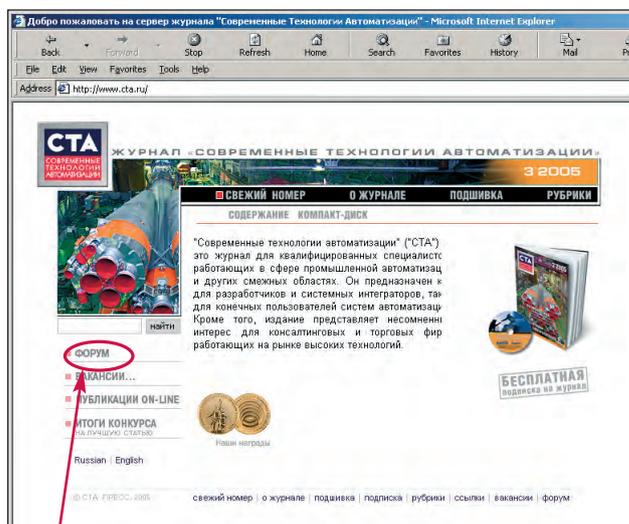
Телефоны агентства «Книга-сервис»: (095) 124-7110, 124-7113.

Подписку в странах дальнего зарубежья можно оформить в ЗАО «МК-Периодика»: тел. +7 095 681-9137, факс +7 095 681-3798.

Конкурс на лучшую статью

Продолжается конкурс на лучшую статью, опубликованную в журнале с 1-го номера 2005 г. по 4-й номер 2005 г. Авторы-победители будут отмечены денежными премиями. В качестве жюри конкурса выступают все читатели «СТА» (см. карточку обратной связи на стр. 111). Голосование также проводится на сайте www.cta.ru с первого по тридцатое января 2006 года. Подведение итогов конкурса состоится во втором номере журнала за 2006 год.

«СТА» в Internet: www.cta.ru



Приглашаем читателей принять участие в работе форума на сайте журнала «СТА»: www.cta.ru

Заполните карточку для получения бесплатной информации или оформления подписки.
Отправьте её по адресу: 119313 Москва, а/я 26 или по факсу (095) 232-1653.
Карточку можно заполнить на web-странице журнала «СТА»: <http://www.cta.ru>

 /

Если Вы получили журнал «СТА» бесплатно, укажите в этом поле номер из двух чисел, который напечатан на адресной наклейке конверта — это ускорит обработку анкеты.

Фамилия, имя, отчество: _____
 Предприятие: _____
 Должность: _____ Отдел: _____
 Телефон: (_____) _____ Факс: (_____) _____
Код города (кроме Москвы) Номер Код города (кроме Москвы) Номер
 E-mail: _____ Web: _____

Адрес предприятия:

Почтовый индекс: _____
 Город, район, область: _____
 Адрес: _____

Почтовый адрес для доставки журнала «СТА», если он отличается от адреса предприятия:

Почтовый индекс: _____
 Город, район, область: _____
 Адрес: _____

Какая продукция необходима Вашей фирме?

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Компьютеры для встраиваемых применений | <input type="checkbox"/> Твердотельные накопители на базе флэш-памяти |
| <input type="checkbox"/> Промышленные компьютеры | <input type="checkbox"/> Клеммы, соединители и кабели |
| <input type="checkbox"/> PLC (программируемые логические контроллеры) | <input type="checkbox"/> Корпуса, шкафы и стойки |
| <input type="checkbox"/> Промышленные дисплеи, клавиатуры, «мышь» | <input type="checkbox"/> ПО РВ и SCADA-системы |
| <input type="checkbox"/> Платы ввода-вывода и модули УСО | <input type="checkbox"/> Взрывобезопасное/искрозащищенное оборудование |
| <input type="checkbox"/> Источники питания | <input type="checkbox"/> Ноутбуки в промышленном и военном исполнении |
| <input type="checkbox"/> Датчики и первичные преобразователи | <input type="checkbox"/> Другое _____ |
| <input type="checkbox"/> Радиоэлектронные компоненты | |

Область деятельности Вашей фирмы:

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Авиация и космонавтика | <input type="checkbox"/> Металлургия |
| <input type="checkbox"/> Автоматизация зданий, строительство | <input type="checkbox"/> Пищевая промышленность |
| <input type="checkbox"/> ВПК | <input type="checkbox"/> Приборостроение и производство аппаратуры АСУ ТП |
| <input type="checkbox"/> Горнодобывающая промышленность | <input type="checkbox"/> Телекоммуникации |
| <input type="checkbox"/> Добыча/транспортировка нефти/газа | <input type="checkbox"/> Транспорт |
| <input type="checkbox"/> Машиностроение | <input type="checkbox"/> Фундаментальные НИОКР |
| <input type="checkbox"/> Медицина | <input type="checkbox"/> Химическая промышленность |
| | <input type="checkbox"/> Электроэнергетика |
| | <input type="checkbox"/> Другая _____ |

Ваша фирма использует средства автоматизации для

- собственных нужд предприятия
 комплектации серийных изделий
 реализации проектов «под ключ»
 нужд НИОКР
 продажи

Количество работающих на Вашем предприятии:

- до 10 чел. более 100 чел.
 10–50 чел. более 1000 чел.
 50–100 чел.

Оборудование каких фирм Вы применяете?

Конкурс на лучшую статью.

Укажите фамилию автора и название лучшей, по Вашему мнению, статьи из опубликованных в 2005 г.

- Сделайте пометку в этом квадрате, если Вы желаете получить бесплатную подписку на журнал «СТА» на 2005 г. Мы оформляем подписку только для квалифицированных специалистов, которые предоставили сведения о себе и о своей фирме.
- Сделайте пометку в этом квадрате, если Вы оформили подписку на 2005 г. через «Роспечать» или «Книгу-сервис».

Обведите в таблице номер, который совпадает с номером, указанным в заинтересовавшей Вас рекламе или в рубриках «Демонстрационный зал», «БСИ»

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140
141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200
201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220
221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240
241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260
261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280
281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300
301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320
321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340
341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360
361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380
381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400
401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420
421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440
441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460
461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480
481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500

REVIEW/Hardware

6 Hybrid DC/DC-converters withstand space ionizing radiation

By Victor Zhdankin

The tolerance of radio-electronic equipment to complex ionizing radiation plays a significant role in its long and non-failure operation in space conditions. Space-borne usage of electro and radio equipment unspecified as radiation-resistant, allows to essentially lower the project cost, however demands evaluation tests carrying out for their steadiness to ionizing radiation influence acknowledgement. One may find such screening methods and reports, performed for Interpoint (USA) hybrid DC/DC-converters presented in the article. The article also contains the answer on the live issue of how to make the guaranteed resistance of components to radiation possible. This topic was stated on the seminar "Aviation and rocket-and space industries element base supply" organized by the Russian Aerospace Agency in 2002.

28 Octagon Systems: achievement of perfection

By Konstantin Kruglyak

The developers of mission critical systems are offered an article about new serial equipment from Octagon Systems Company. Octagon Systems products are known worldwide due to their wide application in industrial automation, avionics, on-board and special systems. The company is not going to rest on its achievements and offers new solutions of the 21st century tasks.

SYSTEM INTEGRATION/Astronautics

38 Automated control system for jet thruster stand test-firing

By Leonid Yashnov, Victor Kuharenko, Mikhail Tkachuk and Sergey Chuykov

The article reports on automated control system development for jet thruster stand test-firing. The system is MicroPC solutions based and supported by MAIS-2000 software. The described solutions allow to raise the quality of performed tests and to increase the precision of measurements by means of highly reliable hardware application. The system is being implemented at the NIIMash test base (Nizhnaya Salda city, Sverdlovsk region).

DEVELOPMENT/Astronautics

46 IBM PC compatible controllers' tolerance to Single Event Upset (SEU) on spacecraft orbits

By Oleg Gobchansky and Nikolay Kuznetsov

In the following article the problem of on-board IBM PC compatible controllers failures, caused by the influence of high-energy charged space particles (protons, nucleuses, and chemical elements ions) is discussed. Having used calculation methods for some orbits of a spacecraft, there was an Octagon Systems 2133 CPU board memory failures forecast performed. One may also find recommendations for central on-board computer protection from such failures influence consequences.

52 On-board spacecraft retransmitter digital equipment testing complex

By Sergey Strugov

The article reports on the stages of on-board spacecraft retransmitter digital equipment testing complex creation based on ADAM-4000 modules. The principles of testing complex creation as well as its engineering data are presented. The modular approach applied by the author allows to reduce time and expenses on required tests of equipment.

DEVELOPMENT/Oil & Gas Industry

58 Teleautomatic complex SuperTU-4

By Vladimir Zenkin, Gennadiy Petrov, Vladimir Rybakov, Andrey Yermoshin, Aleksandr Golov, Sergey Golovanov and Sergey Tchekmarovov

HARDWARE/Power Supplies

60 Low-profile programmable power supplies from Nemic-Lambda: combination of power and intelligence

By Victor Zhdankin

The article reports on Genesys programmable power supplies from Nemic-Lambda (Israel), defined for their high energy features, reliability, precision, weight and sizes. Devices are remotely programmable and can be easily connected to serial line communication interfaces. The possibility of connection with universal interface bus GPIB allows easy products integration into the test systems' equipment.

ENGINEER'S NOTEBOOK

66 UPS optimum choice

By Dmitriy Tarasov

The purpose of the article is to help engineer in finding an optimum solution for equipment protection depending on its type and function. The devices for protecting equipment from power supply interference are reviewed as well as the recommendations on power supplies choice and configuration.

74 Creating user DLL access to universal OPC server from Fastwel

By Valeriy Yakovlev

The article is dedicated to the assembler user library (DLL) created for Fastwel universal OPC server. The general principles of assembler programming in Windows as well as the recommendations on compiler and integrated development environment (IDE) selection guideline are given. The practical example of writing test DLL is illustrated.

82 The efficiency of using variable-frequency electric drive at sewage pumping stations

By Alexander Kozlov

The purpose of the article is an attempt to define the estimation criteria of efficiency for the variable-frequency method applying.

Q&A

88 Working with GENESIS32 SCADA. Part 3

By Anna Dolgova

EXHIBITIONS, CONFERENCES, SEMINARS

94 One place to be

By Leonora Turok

98 PTA: 5 years together with you and for you

By Galina Seregina

SHOWROOM

103

SYSTEM INTEGRATION PROJECTS IN BRIEF

109

News

81, 87

CD-ROM in this issue

Advantech





**С нами
вы достигнете
большего!**

Your ePlatform Partner

ADVANTECH

Официальный дистрибьютор — компания ПРОСОФТ

#102

PROSOFT®

МОСКВА

Телефон: (095) 234-0636 • Факс: (095) 234-0640 • E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

С.-ПЕТЕРБУРГ

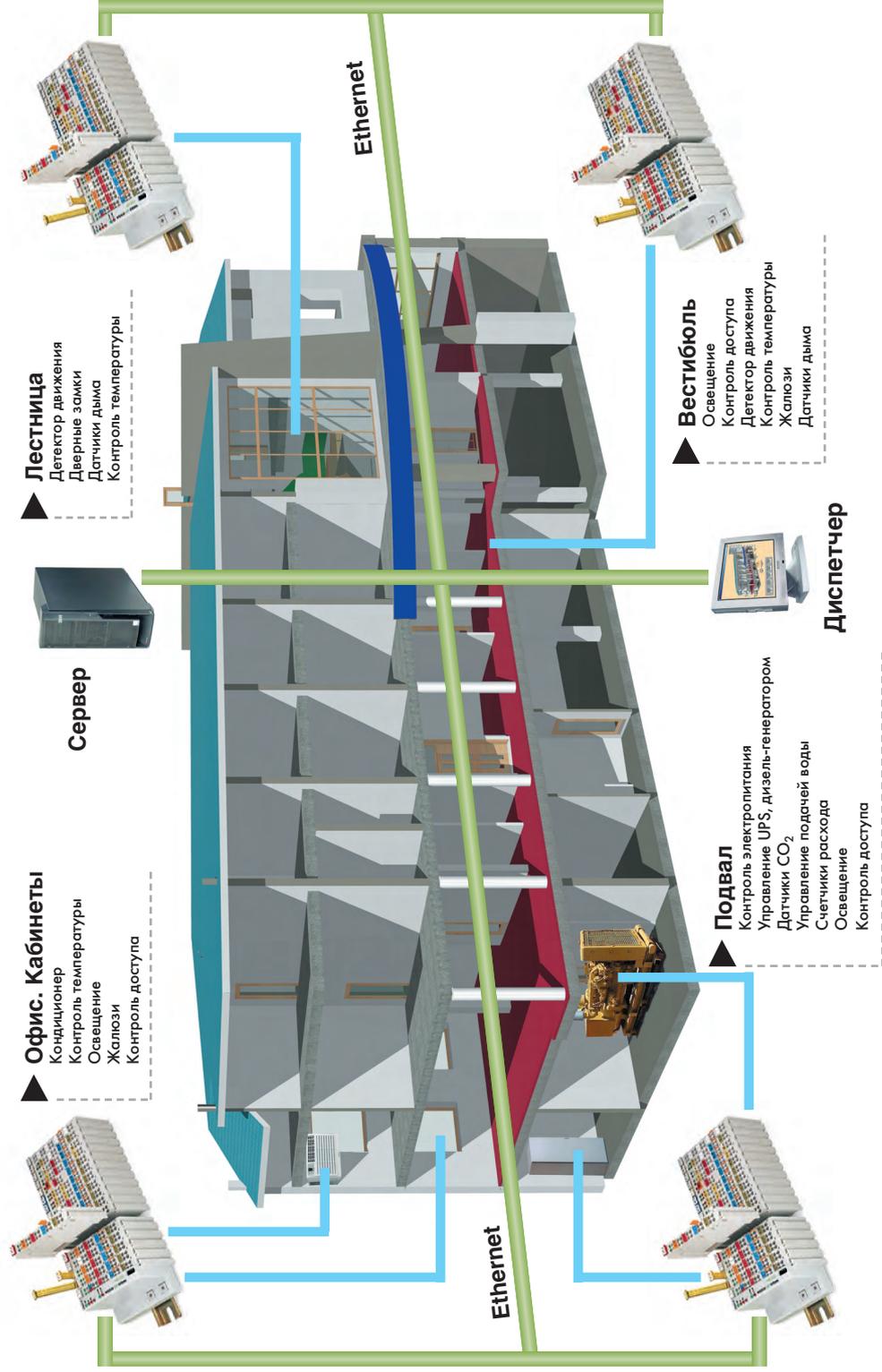
Телефон: (812) 325-3790 • Факс: (812) 325-3791 • E-mail: root@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

ЕКАТЕРИНБУРГ

Телефон/факс: (343) 376-2820/376-2830 • E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru

Эффективная автоматизация зданий

Контроллеры WAGO I/O в сети Ethernet



Преимущества WAGO I/O

- Недорогое программное обеспечение, имеющее исчерпывающий набор функций для управления процессами автоматизации зданий
- Низкая стоимость дискретных каналов ввода-вывода
- Гальваническая развязка
- Модули ввода-вывода на напряжение 230 В
- Удобная гибкая схема подачи питания
- Возможность объединения в единую сеть с информационной сетью здания



Закажите **БЕСПЛАТНЫЙ** новый каталог **WAGO I/O** на русском языке в компании **ПРОСОФТ**

WAGO
INNOVATIVE CONNECTIONS

МОСКВА

Телефон: (095) 234-0636 • Факс: (095) 234-0640
E-mail: info@prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

С-ПЕТЕРБУРГ

Телефон: (812) 325-3790 • Факс: (812) 325-3791
E-mail: root@spb.prosoft.ru • Web: www.prosoft.ru

ЕКАТЕРИНБУРГ

Телефон/факс: (343) 376-2820/376-2830
E-mail: info@prosoftsystems.ru • Web: www.prosoftsystems.ru

ДИЛЕРЫ ПРОСОФТ: АЛМА-АТА: ТНС-ИНТЕК (+7-3272) 54-7162/7553 • ВОЛГОГРАД: Сервисный центр АИР (8443) 39-38-12/71 • ВОРОНЕЖ: Воронежпромавтоматика (0732) 53-8692/5988 • ДНЕПРОПЕТРОВСК: RTS-Ukraine (+380-56) 770-0400 www.rts.ua • ИРКУТСК: Интекс-Групп-Сервис (3952) 25-8037, 20-0550/0660 • КАЗАНЬ: Шатл (8432) 38-1600 • КАЛУГА: Камин-Плюс (0842) 79-4310, 56-3001 www.kaminplus.ru • КЕМЕРОВО: Конкорд-Про (3842) 35-7888/6387 • КИЕВ: Логикон (+380-44) 252-8019/8180, 261-1803 www.logicon.ua • КРАСНОДАР: Телесофт (861) 219-3883/4793 www.telesoft.ru • КРАСНОЯРСК: ТокСофт-Сибирь (3912) 37-3416/3425 www.toksoft.ru • КУРСК: Кентавр Электроникс (0712) 51-3951 www.kentavr.com.ru • ИМНСК: Элликон (+375-17) 289-6333, 211-6031 www.ellicon.ru • МОСКВА: Антел (095) 775-1721, 269-3321 www.antel.ru • НОВОГОРОД: СКАДА (8312) 36-6644 www.scada-np.ru • НОВОСИБИРСК: Индустриальные технологии (3833) 30-6556, 30-9665 www.i-techno.ru • ОЗЕРСК: Лидер (35130) 28-825, 23-906 www.liderasutr.ru • ПЕНЗА: Технолинк (8412) 55-9007/9813 www.tl.ru • ПЕРМЬ: Пром А (3422) 24-2232 www.prom-a.ru • РИГА: MERSYS Ltd (+371) 780-1100, 754-3325 www.mersys.lv • РЯЗАНЬ: Системы и комплексы (0912) 24-1182, 27-3181 www.sys-com.ru • САМАРА: Бинар (8462) 68-8888 • САРАТОВ: Трайтек (8452) 52-0101, (095) 733-9332 www.tritec.ru • ТАГАНРОГ: Квинт (8634) 31-5672/0629 • ТАШКЕНТ: АСУ-Технолоджи (+998-7161) 48-495 • ТОМСК: ЛМК Технолоджи (3822) 55-5761/5752 • ТУЛА: АТМ (0872) 30-7193, 38-0692 atm.tula.net • УЛЬЯНОВСК: ПОИСК (8422) 37-6567 www.poisk.mv.ru • УСТЬ-КАМЕННОГОРСК: Техник-Трейд (+7-3232) 25-4064/3251 www.technik.ug.kz • УФА: Интек (3472) 90-8844/22 www.intekufa.ru • ЧЕЛЯБИНСК: ИСК (351) 791-6469/6440 • ЯРОСЛАВЛЬ: Спектр-Трейд (0852) 58-1658/59 www.spectrtrade.yaroslavl.ru